Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent

Yvon Globensky

MM 85-02

1987

Québec

88-03613/

Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent

Yvon Globensky

MM 85-02

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE ET MINÉRALE
Sous-ministre adjoint: A.F. Laurin

DIRECTION DE LA RECHERCHE GÉOLOGIQUE
Directeur: J.-L. Caty

SERVICE DE LA GÉOLOGIE
Chef: J. Cimon

Manuscrit soumis le 85-02-19
Accepté pour publication le 85-12-18

Lecteurs critiques
J. Riva
H.J. Hofmann

Éditeur
Géocontexte inc.

Préparé par la Division de l'édition (Service de la géoinformation, DGEGM)

Page couverture: Coupe de la Formation de Pontgravé sur la Rivière Nicolet en amont de Sainte-Monique-de-Nicolet

Dépôt légal – 1er trimestre 1987
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN-2-550-12807-9
© Gouvernement du Québec, 1987

RÉSUMÉ

Ce mémoire consiste en une compilation et une mise à jour des travaux de cartographie effectués dans les Basses-Terres du Saint-Laurent au cours des trente dernières années.

Les Basses-Terres du Saint-Laurent, une aire horizontale de basse élévation qui occupe les deux rives du fleuve Saint-Laurent, sont bordées par le Plateau laurentien au NW, par les Appalaches au SE et par le massif des Adirondacks au sud.

Les roches des Basses-Terres forment une séquence sédimentaire complète d'âge Cambro-ordovicien, d'une puissance de 1500 à 3000 m. Cette séquence représente un grand cycle complet de transgression – régression.

Le socle précambrien est couvert par les sédiments détritiques grossiers du groupe de Postdam, provenant de longues périodes d'érosion, de désintégration, de lavage et de triage des roches pré-existantes. Au-dessus, se déposèrent les dolomies du Groupe de Beekmantown, les grès et calcaires du Groupe de Chazy, les dolomies et calcaires du Groupe de Black River et les calcaires du Groupe de Trenton. Ces roches, en grande partie d'origine physico-chimique, inorganique et biochimique, se sont formées en eaux relativement profondes. Des sédiments très fins, résultant d'une longue décomposition qui les amena en eaux très profondes, se déposèrent ensuite pour former le Shale d'Utica, les shales et siltstones du Groupe de Sainte-Rosalie, les shales, grès et calcaires du Groupe de Lorraine. Les grès du Groupe de Queenston, représentant des dépôts continentaux et subaériens, terminent la séquence sédimentaire.

Les strates cambriennes et ordoviciennes des Basses-Terres du Saint-Laurent forment un grand synclinal allongé, de direction SW-NE: le synclinal du Chambly-Fortierville. Elles représentent un bassin effondré entre des failles normales au NW et des failles de chevauchement au SE (faille d'Aston). Juste à l'est, les roches de la zone externe (domaine appalachien) comprennent les Formations de Les Fonds et de Sainte-Sabine et les Groupes de Sillery et de Shefford qui s'étendent de la faille d'Aston jusqu'à la faille de Foulon. Plus à l'est, la zone interne s'étend de la faille de Foulon vers le SE.

Table des matières

Page

GÉNÉRALITÉS 1

Introduction 1
Localisation 2

STRATIGRAPHIE 3

Groupe de Potsdam 3
Formation de Covey Hill 3
Formation de Cairnside 4
Groupe de Beekmantown 5
Formation de Theresa 5
Formation de Beauharnois 5
Groupe de Chazy 6
Formation de Laval 6
Membre de Sainte-Thérèse 8
Membre de Beaconsfield 8
Milieu de dépôt et fossiles caractéristiques 8
Groupe de Black River 10
Formation de Pamelia 11
Formation de Lowville 12
Formation de Leray 13
Groupe de Trenton 13
Formations de Mile End, de Rockland, de Ouareau, de Fontaine, de Saint-Alban, de Sainte-Anne et de Pont-Rouge 14
Formation de Deschambault 15
Formation de Montréal 15
Formation de Tétreauville 17
Brèches de Havelock et de Lacolle 19
Formation de Stony Point 20
Shale d'Utica 21
Groupe de Sainte-Rosalie 23
Formation d'Iberville 23
Formations de Sainte-Sabine et de Les Fonds 23
Formation de Lotbinière 26
Groupe de Lorraine 26
Formation de Nicolet 26
Formation de Pontgravé 30
Groupe de Queenston 30
Formation de Bécancour 30

Brèche de l'île Sainte-Hélène 31
Intrusions montérégiennes 31
Roches cornéennes 31

HISTOIRE GÉOLOGIQUE 33

Précambrien 33
Cambrien 34
Ordovicien 34
Silurien 34
Dévonien 34
Crétacé 34
Tertiaire 34
Quaternaire 34
Récapitulation 34

APPALACHES 35

Introduction 35
Considérations sur la terminologie 35
Ligne de Logan 35
Redéfinition des formations de Citadelle et de Bourret 35

TECTONIQUE 37

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE 39

Pétrole et gaz naturel 39
Indices de Pb-Zn 39
Matériaux de construction 39
Sable et gravier 39
Tourbe 39

BIBLIOGRAPHIE 41

ANNEXE

Quelques fossiles des Basses-Terres du Saint-Laurent (planches 1 à 19) 45

CARTE

Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent (1:250 000) — N° 1999 ..... Hors-texte

Généralités

Introduction

Ce rapport présente une révision générale et une interprétation des cartes géologiques effectuées dans les Basses-Terres du Saint-Laurent du Québec au cours des 30 dernières années par T.H. Clark et Y. Globensky (voir figure 1A). Cette révision est basée sur les données les plus récentes recueillies par l'auteur. Elle témoigne d'une mise à jour faite au cours des années et d'une interprétation qui tient compte des théories les plus récentes.

Au cours des années 1940 et 1950, le professeur T.H. Clark avait cartographié certains secteurs des Basses-Terres du Saint-Laurent. Toutefois, seulement quelques-uns de ses travaux furent publiés, entre autres ceux concernant les régions de Saint-Jean – Beloeil, d'Upton, de Saint-Hyacinthe, de Yamaska – Aston, de Châteauguay, de Montréal, de Granby et de New-Glasgow – Saint-Lin (Clark, 1955, 1964a, 1964b, 1964c, 1966, 1972, 1977 et Osborne & Clark, 1960).

En 1965, Y. Globensky a recommencé la cartographie des Basses-Terres du Saint-Laurent en débutant par la région de Portneuf – Lyster au NE. Au cours des années subséquentes, il a cartographié les autres régions des Basses-Terres en se dirigeant vers le SW.

Dans les régions où T.H. Clark avait déjà soumis un rapport qui datait, selon les cas de 20 à 30 ans, donc non publiable tel quel, Globensky a entrepris de réviser la carte et le rapport de ces régions au complet en faisant une mise à jour des données. Il a agi en pleine consultation et avec l'accord du professeur Clark; c'est pourquoi on retrouve plusieurs cartes et rapports ayant comme auteurs Clark & Globensky: Portneuf – Lyster, Grondines, Sorel, Trois-Rivières, Bécancour, Laurentides (E), Verchères (Clark & Globensky, 1973, 1975, 1976a, 1976b, 1976c, 1976d, 1977).

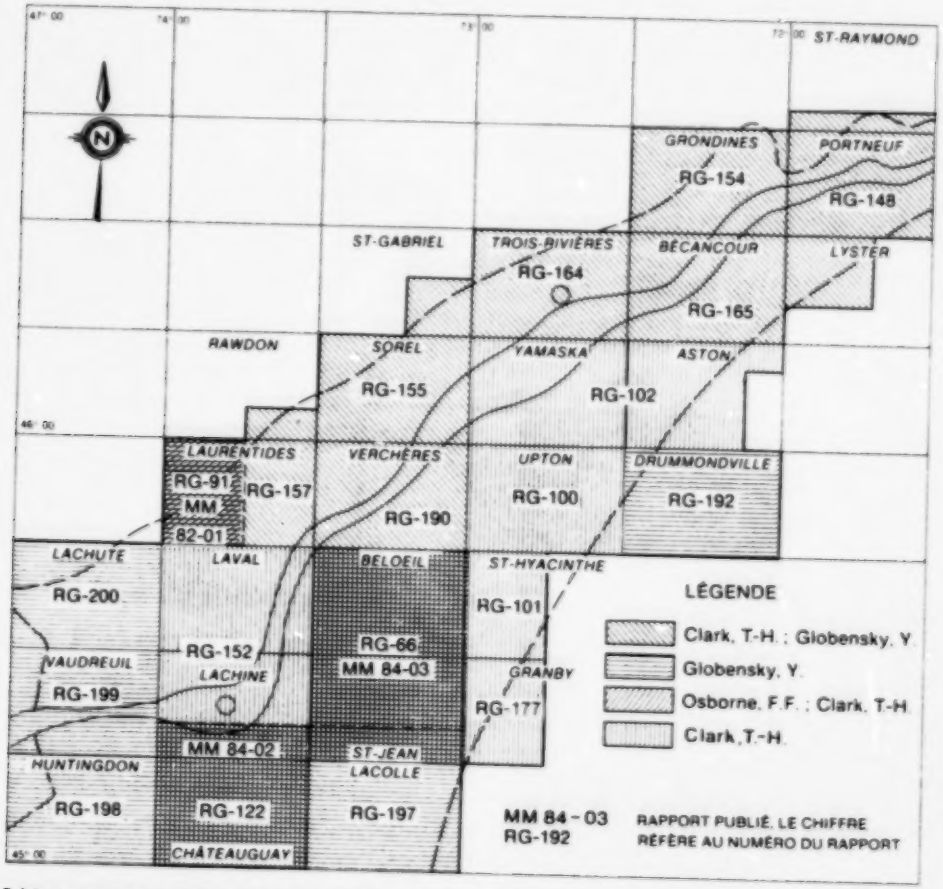


FIGURE 1A — Schéma montrant les rapports géologiques publiés sur les Basses-Terres du Saint-Laurent par le ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec.

Par contre, d'autres régions n'avaient pas été cartographiées dans le passé. Celles-ci l'ont été par Globensky. Il s'agit des régions de Drummondville, de Lacolle, de Huntingdon, de Vaudreuil et de Lachute (Globensky, 1978, 1981a, 1981b, 1982a, 1982b).

De plus, certaines régions sur lesquelles T.H. Clark avait déjà publié des rapports, telles New-Glasgow – Saint-Lin, Saint-Jean – Beloeil et Saint-Chrysostome (anciennement Châteauguay) ont été entièrement révisées et réinterprétées par Globensky (1982c, 1985, 1986).

L'auteur n'a cependant pas eu le temps de réviser les régions de Saint-Hyacinthe, d'Upton et de Yamaska – Aston. Il y a cependant effectué quelques visites de vérification.

Depuis la parution, en 1961, de la carte 1407 sur la géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent par Houde et Clark, aucun autre travail du genre n'a été publié.

Nous donnons ici une brève description générale de chaque unité stratigraphique dans le but de guider l'utilisateur de la carte de compilation accompagnant ce rapport. De plus, pour les spécialistes, nous ajoutons une liste des fossiles généralement trouvés dans chaque unité (tableaux 1 à 17) ainsi qu'une série de planches (voir annexe) illustrant ces derniers.

Localisation

Les Basses-Terres du Saint-Laurent consistent en une aire horizontale, de basse élévation, qui occupe les deux rives du fleuve Saint-Laurent (figure 1B). Elles s'étendent d'Ottawa jusqu'au-delà de la ville de Québec. Dans la région de Montréal, elles mesurent 120 km de largeur; à la hauteur de la ville de Québec, elles n'en mesurent plus que 5. Elles se poursuivent sur le côté nord du fleuve jusqu'à l'île d'Anticosti, où elles atteignent une largeur d'environ 100 km (non montré).

Les Basses-Terres du Saint-Laurent sont bordées, au NW, par le Plateau laurentien, au SE, par la chaîne de montagne des Appalaches et, au sud, par le massif des Adirondacks.

Le sous-sol des Basses-Terres est composé de formations rocheuses sédimentaires non plissées du Cambrien et de l'Ordovicien. Les seules roches ignées de la région sont celles de la série des collines montérégiennes, d'âge crétacé.

Les roches des Basses-Terres contrastent beaucoup avec les roches ignées et volcaniques du Plateau laurentien, d'une part, et les quartzites, les ardoises, les granites fortement plissés et métamorphisés des Appalaches, d'autre part.

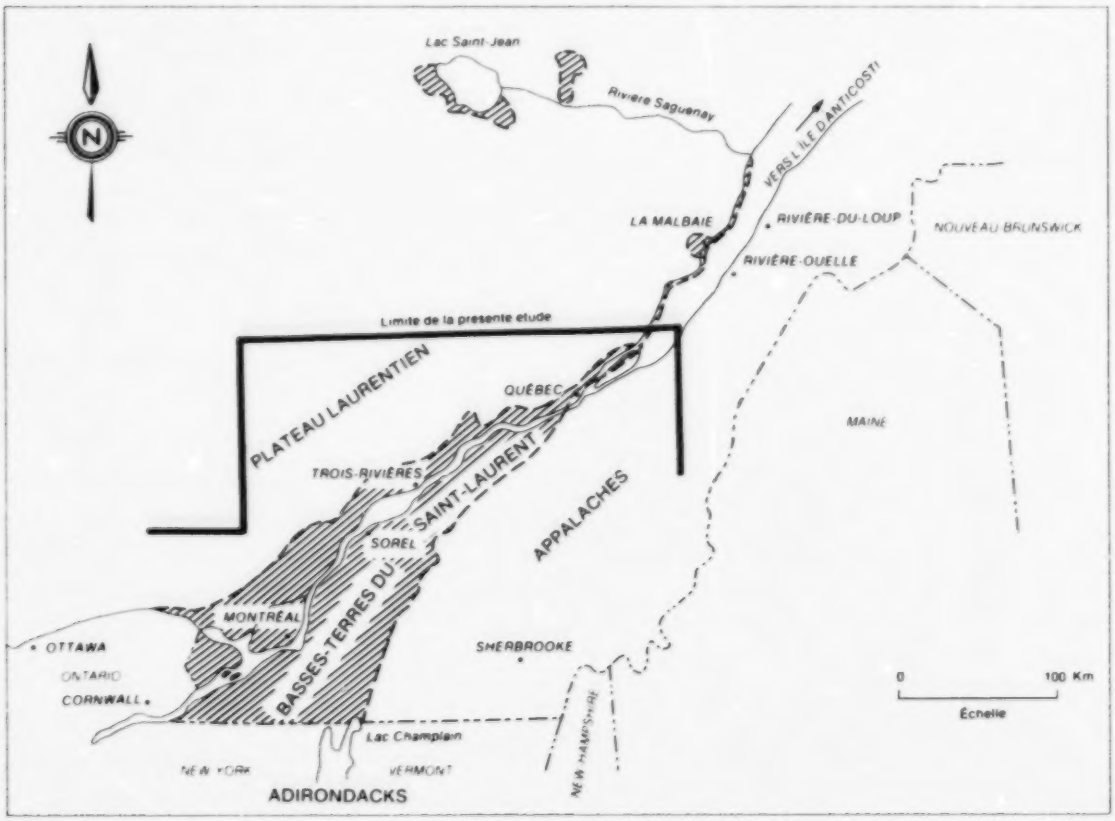


FIGURE 1B — Carte de localisation de la partie centrale des Basses-Terres du Saint-Laurent et limites de la présente étude.

Stratigraphie

Les roches des Basses-Terres du Saint-Laurent, d'âge cambrien et ordovicien, sont d'origine sédimentaire et elles reposent en discordance sur le socle précambrien. Elles sont disposées en strates horizontales qui ont été légèrement plissées lors de la mise en place des Appalaches à l'Ordovicien. Ces roches forment une séquence sédimentaire complète d'une puissance de 1500 à 3000 m. Elles représentent un grand cycle complet de transgression-régression. En effet, les formations de la base du Cambrien et du sommet de l'Ordovicien supérieur sont d'origine continentale alors que la partie médiane est marine.

Parmi les principaux groupes de roches des Basses-Terres, il y a, par ordre d'ancienneté, les conglomérats et grès du Groupe de Potsdam (Cambrien supérieur); les dolomies du Groupe de Beekmantown (Ordovicien inférieur); les grès et calcaires du Groupe de Chazy, les dolomies et calcaires du Groupe de Black River , les calcaires du Groupe de Trenton, le Shale d'Utica, les ardoises et siltstones du Groupe de Sainte-Rosalie (Ordovicien moyen); les shales, les grès et calcaires du Groupe de Lorraine et les shales rouges et grès du Queenston (Ordovicien supérieur).

Les strates cambro-ordoviciennes des Basses-Terres du Saint-Laurent forment un grand synclinal allongé, de direction SW-NE, le synclinal de Chambly-Fortierville. Celui-ci plonge vers le NE à son extrémité SW, au niveau des environs de Montréal et des Adirondacks; il plonge vers le SW à son extrémité NE, près de Fortierville. Il se butte au socle précambrien sur son flanc NW, le long d'une série de failles normales en échelon. Au SE, ce synclinal est limité par des chevauchements du domaine appalachien.

Au SW de Chambly et de la faille de Delson, les roches sont affectées par plusieurs plis de plus faible amplitude ainsi que par des failles normales.

Groupe de Potsdam

Le Groupe de Potsdam est composé principalement de grès qui repose en discordance sur le socle précambrien. Il est subdivisé en deux formations: à la base, la Formation de Covey Hill et, au sommet, la Formation de Cairnside.

FORMATION DE COVEY HILL

Cette formation (unité 15) est composée de grès feldspathique rougeâtre avec des passées verdâtres, à grain grossier, mal trié et mal cimenté (figure 2). Ce grès, d'origine fluviatile, qui repose en discordance sur le socle précambrien, provient de l'érosion qu'a subie le socle sur une longue période de temps, éliminant ainsi les minéraux moins résistants.

On rencontre généralement à la base de la formation un conglomérat qui passe graduellement à un grès feldspathique grossier vers le sommet (figure 3). Ce dernier est le résultat du remaniement d'un épais régolithe et de déposition fluviatile à une époque pré-paléozoïque et peut-être cambrienne.

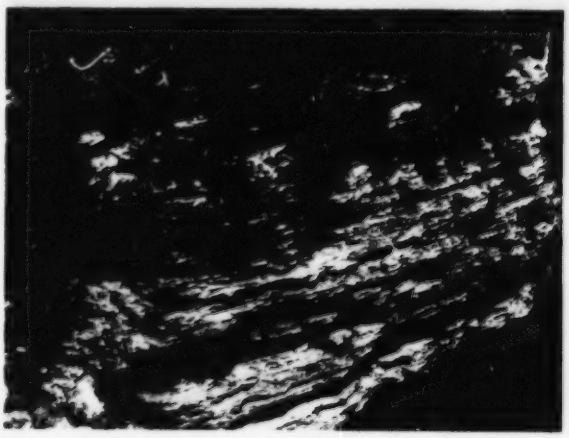


FIGURE 2 — Coupe-type de la Formation de Covey Hill au lac Gulf sur la propriété de Blueberry Farm, à 4,7 kilomètres à l'ouest du village de Covey-Hill. Grès feldspathique à grain grossier et conglomératique, de couleur rougeâtre avec des passées verdâtres.

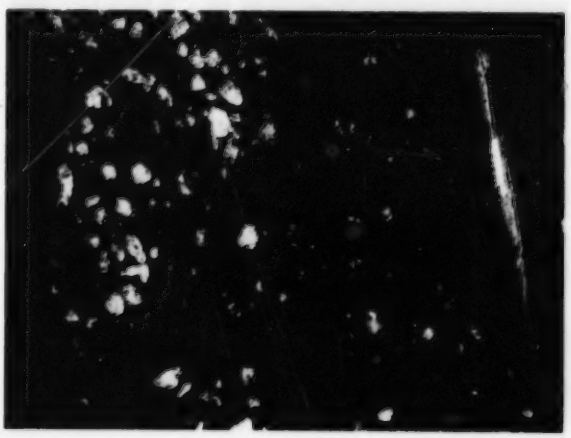


FIGURE 3 — Formation de Covey Hill sur la rivière à la Raquette, à 8,4 km au nord de Saint-Clet. Passée conglomératique dans un grès feldspathique.

En lames minces, la composition du Covey Hill se présente comme suit: 80 à 99% de quartz, 3 à 10% de plagioclase et microcline et 1 à 3% de minéraux accessoires (zircon, magnétite, hornblende, biotite, apatite et tourmaline). On a aussi observé des intercalations de dolomie microcristalline rouge, localement silteuses sous le Covey Hill supérieur; ces intercalations se retrouvent dans les puits n° 161 (Shell Ste-Françoise), no 163 (Shell Wickham n° 1) et n° 166 (Shell St-Armand Romaine n° 1).

La puissance de la Formation de Covey Hill atteint 518 m à la coupe-type, à Covey-Hill, près de la frontière américaine (figure 2).

Le Covey Hill correspond à la Formation d'Ausable de la vallée de Champlain dans la partie nord de l'État de New York (Fisher, 1968) et à la Formation de Covey Hill de l'Ontario. On croit que l'âge de la Formation de Covey Hill s'étend du Précambrien supérieur (Hadrynien) au Cambrien inférieur.

FIGURE 4 — Formation de Cairnside — Chemin Laurin, à 1,2 km au SW de Saint-Hermas. Banc massif de grès quartzitique laminé.

FORMATION DE CAIRNSIDE

La Formation de Cairnside (unité 16), dont la puissance ne dépasse pas 244 m, est beaucoup moins épaisse que la Formation de Covey Hill sous-jacente. Elle est composée d'un grès quartzitique bien trié, généralement bien cimenté, et à grain moyen arrondi (figure 4). Sa composition est homogène (98% de SiO_2) et sa couleur va du chamois au blanc. La dimension des grains varie de 0,1 à 0,4 mm. Il s'agit d'un orthoquartzite de 1er cycle. Cette formation s'est déposée en milieu marin et elle prend des caractères de plus en plus marins (deltaïques) jusqu'à l'apparition des premières dolomies.

Les lames minces révèlent que la composition du Cairnside est comme suit: 91 à 99% de quartz, 1 à 3% de plagioclase et de microcline et des traces de minéraux accessoires (magnétite, zircon, biotite, hornblende, sérицite, épidote et apatite). Il y a très peu de matrice argileuse.

Des néo-formations de phengite (mica) d'âge dévonien supérieur ont été rapportées dans le Cairnside (Communication personnelle A. Chagnon; INRS-Géoressources).

Cette formation contient une faune constituée presque uniquement de fossiles traces (voir tableau 1) dont certains sont des plus spectaculaires tels les structures biosédimentaires *Climactichnites wilsoni* Logan (planche 1-A et B*) et *Protichnites octonotatus* Owen (planche 2-A). On note également les structures biosédimentaires *Skolithos* sp., *Arenicolites* sp. (planche 2-C et D), cf. *Gordia* sp. (planche 2-B), et *Palaeophycus* sp.; un brachiopode inarticulé *Lingulepis acuminata* est aussi observé mais beaucoup plus rarement. Il s'agit d'une faune représentant un environnement subtidal à eaux peu profondes.

Cette formation est équivalente à la Formation de Keeseville de la partie nord de l'État de New York (Fisher, 1968) et à la Formation de Nepean de l'Ontario (William *et al.*, 1982a, 1982b, 1982c). Nous croyons qu'au Québec l'âge du Cairnside est cambrien supérieur.

* Toutes les planches sont en annexe.

TABLEAU 1 — Fossiles du Groupe de Potsdam

Espèces	Espèces
BRACHIOPODA	**STRUCTURES BIOSÉDIMENTAIRES**
Lingulepis acuminata (Conrad)	*Arenicolites* sp.
	Climactichnites wilsoni Logan
	Protichnites octonotatus Owen
	Skolithos canadensis Billings
	S. linearis (Haldeman)
	Cf. *Gordia* sp.
	Palaeophycus sp.

Groupe de Beekmantown

Les roches de ce groupe consistent principalement en dolomie et en grès. Elles sont subdivisées en deux formations: à la base, la Formation de Theresa et, au sommet, la Formation de Beauharnois. La puissance du Groupe de Beekmantown est de l'ordre de 458 m, répartie approximativement comme suit: 305 m pour la Formation de Beauharnois et 153 m pour le Theresa.

FORMATION DE THERESA

La Formation de Theresa (unité 17) est composée d'une interstratification de grès quartzitique, de grès dolomitique et de dolomie d'origine marine. Cette interstratification peut se faire en minces interlits (figure 5) ou en bancs de grès de 1 m et plus (figure 6). Le grès devient dolomitique et diminue en importance vers le sommet de la formation, ce qui suggère que les eaux marines s'étendaient de plus en plus, augmentant ainsi la sédimentation des carbonates.

On note une grande variation des pourcentages de dolomite et de quartz dans les lames minces. Les proportions observées varient comme suit: 35%-59%, 70%-27%, 50%-50%, 98%-2%, 85%-10%. Le microcline et le plagioclase forment 1 à 2% de la roche. Les minéraux accessoires varient de traces à 5% (magnétite, zircon, pyrite et hornblende).

Les fossiles rencontrés dans cette formation sont surtout des gastéropodes primitifs tels que *Euomphalopsis* sp. (planche 3-C) et les stromatolites *Cryptozoon proliferum* (planche 3-A et B).

La formation équivalente en Ontario est la Formation de March (William *et al.*, 1982a, 1982b, 1982c); dans l'État de New York, cette formation porte le même nom car on y trouve la coupe-type. L'âge du Theresa varie de Cambrien supérieur à Ordovicien inférieur à ces deux endroits. Au Québec, nous croyons que le Theresa est d'âge ordovicien inférieur.

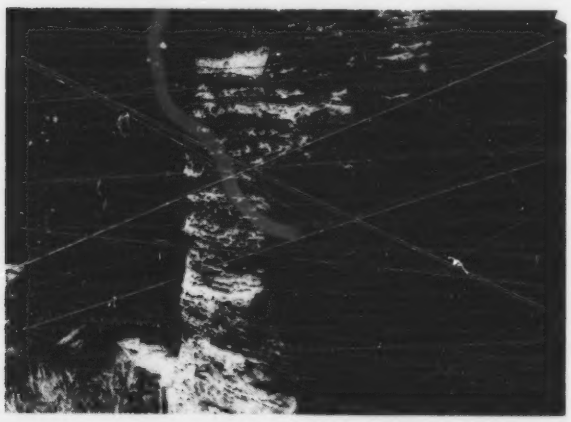


FIGURE 5 — Formation de Theresa. Ancienne carrière sur le terrain de golf de Lachute, lequel terrain est situé dans la ville même de Lachute. Minces interlits de grès dans un banc de dolomie.

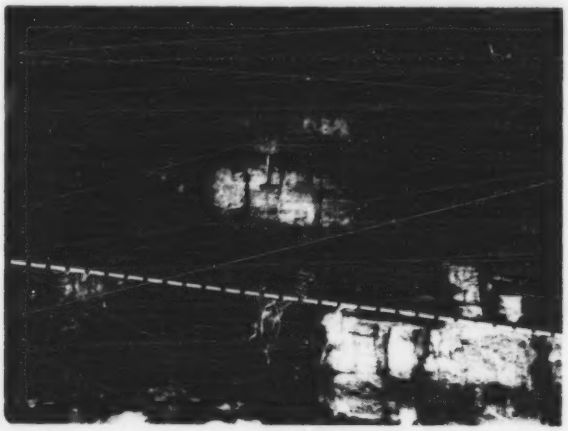


FIGURE 6 — Formation de Theresa. Barrage Mercier à Rigaud, situé à environ 1 km en amont du pont de la route 342 qui enjambe la rivière Rigaud. Banc de grès quartzitique à la base surmonté de dolomie brunâtre. Les tirets indiquent le contact entre les deux.

FORMATION DE BEAUHARNOIS

La Formation de Beauharnois (unité 18) repose sans discordance sur le Theresa. Elle consiste en grande partie en une succession de dolomie massive et laminée, de couleur grise à altération beige, variant de cristalline à dense. Certains niveaux contiennent des cavités (vacuoles) remplies surtout de calcite blanche, brune ou rose. Ici et là, ces cavités sont remplies de dolomite beige, de gypse blanc et d'halite (figure 7) mettant ainsi en évidence l'existence de conditions évaporitiques. On note aussi la présence d'interlits de grès dolomitique.

On rencontre localement un shale dolomitique, surtout vers le sommet de la formation. À la carrière Rivermont, à 5 km au SW de Caughnawaga, du côté ouest de la route 138, ce shale contient de minces interlits de calcaire fossilifère contenant le trilobite *Bathyurus angelini* et l'ostracode *Isochilina* sp.

FIGURE 7 — Formation de Beauharnois. Ancienne carrière Newman à 1,6 km à l'ouest de Huntingdon. Dolomie massive, gris-bleu, à patine brunâtre. Dans certains niveaux, on note des cavités (vacuoles) remplies de dolomite beige et de calcite blanche. Un tel niveau est situé juste au-dessus du manche du marteau.

La Formation de Beauharnois résulte d'un environnement restreint, lagunaire, intertidal et supratidal.

Au microscope pétrographique, on observe surtout de la dolomite en cristaux de 0,01 à 0,04 mm de diamètre. On note aussi, ici et là, quelques grains de quartz ainsi que quelques minéraux d'argile. Les minéraux opaques (magnétite, pyrite) représentent les principaux minéraux accessoires.

Les fossiles les plus souvent observés à la partie inférieure de la formation sont les gastéropodes *Lecanospira* sp. (planche 4-A), *Ophileta* sp., *Hormotoma* sp., *Euomphalopsis* sp. (planche 3-C), *Macluritella* sp. (planche 3-D), les stromatolites *Cryptozoon* sp. (planche 4-C) ainsi que les trilobites *Hystricurus* sp. et *Bellefontia* sp. De nombreux bioforages sont aussi présents (planche 4-B). À la partie supérieure de la formation, on observe dans les shales de nombreux ostracodes dont *Isochilina* sp. ainsi que le trilobite *Bathyurus angelini*.

Le seul endroit où l'on peut observer le passage du Beauharnois au Chazy susjacent – donc la partie supérieure du Beauharnois avec les fossiles mentionnés ci-dessus – se trouve à l'ancienne carrière Rivermont de Caughnawaga, près de Montréal (figures 8 et 9). Là, une série de shale et de minces lits de calcaire fossilifère du Beauharnois est surmontée, de façon abrupte, par des bancs massifs de grès quartzitique à altération rouille de la Formation de Laval, d'âge ordovicien inférieur.

La Formation de Beauharnois, d'âge ordovicien inférieur, est l'équivalent de la Formation d'Orford dans la région adjacente de l'Ontario. Dans la vallée du lac Champlain de l'État de New York, quatre formations sont équivalentes: Great Meadows, Spellman, Fort Cassin et Fort Ann (Fisher, 1968). Dans la vallée du Saint-Laurent de l'État de New York, l'équivalent du Beauharnois est l'Ogdensburg.

FIGURE 8 — Contact entre le Beekmantown et le Chazy à la carrière Rivermont, située à 5 km au SW de Caughnawaga. Shale et minces lits de calcaire fossilifère de la Formation de Beauharnois, contenant le trilobite *Bathyurus angelini* et l'ostracode *Isochilina* sp. surmontés de façon contrastante par des bancs massifs de grès quartzitique à altération rouille de la Formation de Laval. De nombreux ichnofossiles du type *Caugichnus caughnawagensis* Hofmann apparaissent en relief sous le premier banc massif.

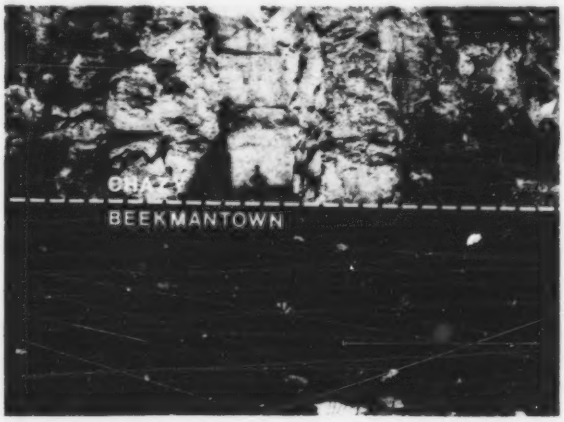


FIGURE 9 — Carrière Rivermont. Vue rapprochée du contact Beekmantown — Chazy situé sur le premier palier, au sommet de la carrière. Shale du Beauharnois (Groupe de Beekmantown) surmonté des bancs massifs du Membre de Saint-Thérèse de la Formation de Laval (Groupe de Chazy).

Nous présentons au tableau 2 une liste non exhaustive de fossiles qui ont été identifiés, à ce jour, dans le Groupe de Beekmantown des Basses-Terres du Saint-Laurent du Québec.

Groupe de Chazy

Le Groupe de Chazy repose en discordance sur le Groupe de Beekmantown. Un contraste net existe entre les deux groupes dénotant un autre épisode de régression-transgression de la mer ordovicienne. Ceci amena le dépôt de nouveaux sédiments terrigènes (sable et argile) au début; par la suite, des calcaires se déposèrent lorsque la mer devint plus profonde.

FORMATION DE LAVAL

Le Groupe de Chazy, d'une puissance d'environ 100 m, est composé d'une seule formation: la Formation de Laval (unité 20). Il y a, à l'intérieur de cette formation, de nombreux changements latéraux et verticaux de faciès qui rendent les corrélations difficiles.

Cette formation débute, à la base, par un membre gréseux (le *Membre de Sainte-Thérèse*) qui repose en discordance sur le Groupe de Beekmantown (figure 10). Les parties moyennes et supérieures de la Formation de Laval consistent en calcarénites (figure 11), en calcisiltites et en shales. Des lentilles de calcarénites à stratification entrecroisée (*Faciès de Saint-Martin*) se retrouvent aussi un peu partout dans la formation. Le Saint-Martin est dolomitique à la base (12% de $MgCO_3$) et le devient de moins en moins vers le sommet (<2% de $MgCO_3$). La partie supérieure de la formation est transitionnelle avec la dolomie de Pamelia susjacente (Groupe de Black River) et est représentée par un membre argileux; le *Membre de Beaconsfield*.

TABLEAU 2 — Fossiles du Groupe de Beekmantown

Espèces
ALGAE
Formes arborescentes
BRACHIOPODA
Lingula sp. cf. *L. quebecensis* Billings
Lingulella? mantelli (Billings)
Lingulella irene (Billings)
Elkania sp. cf. *E. alaskensis* Ulrich et Cooper
Hesperonomia planidorsalis Ulrich et Cooper
Finkelnburgia armanda (Billings)
F. bellatula Ulrich et Cooper
F. sp. cf. *F. cullinsoni* Ulrich et Foerste
F. missouriensis Ulrich et Cooper
F. pauciradiata Ulrich et Cooper
F. plicata Ulrich et Cooper
F. subequiradiata Ulrich et Cooper
F. wemplei (Cleland)
F. virginica Ulrich et Cooper
Diparelasma cassinense (Whitfield)
Anomalorthis vermontensis Ulrich et Cooper
Tetralobula sp. cf. *T. quadrata* Ulrich et Cooper
Clarkella calcifera (Billings)
Diaphelasma quebecense Ulrich et Cooper
D. sp. cf. *D. complanatum* Ulrich et Cooper
D. sp. cf. *D. pennsylvanicum* Ulrich et Cooper
Syntrophopsis? landmani Ulrich et Cooper
Syntrophinella sp.
Rhysostrophia nevadensis Ulrich et Cooper
Rhysostrophia elliptica Ulrich et Cooper
Neostrophia subcostata Ulrich et Cooper
Idiostrophia sp.
Camerella sp.
GASTROPODA
Archaeophialla antequissinia Hisinger
Hormotoma anna Billings
Hormotoma cf. *artemisia* (Billings)
Hormotoma gracilens (Whitfield)
Pleurotomaria gregaria Billings
P. calcifera Billings
Lecanospira compacta (Salter)
Lecanospira conferta Ulrich
L. salteri Ulrich et Bridge
L. sigmoides Ulrich et Bridge
Murchisonia (*Hormotoma*) *anna* (Billings)
Raphistoma sinclairis Kobayashi
Liospira sp.
Ophileta complanata Vanuxem
Ophileta cf. O. *levata* Vanuxem
Raphistoma sinclairis Kobayashi
Euomphalopsis involuta Ulrich et Bridge
Ecculiomphalus canadense Billings
E. intortus Billings
E. disjunctus (Billings)
Liomphalus? multiseptarius (Cleland)
GASTROPODA (suite)
Euomphalopsis sp.
Macluritella sp.
M. involuta Ulrich et Bassler
CEPHALOPODA
Clitendoceras montrealense (Billings)
Piloceras amplum Dawson
Eremoceras subgracile Ulrich et Foerste
Endoceras? montrealense (Billings)
Gyptendoceras depressum Ulrich et Foerste
TRILOBITA
Holasaphus? moorei Raymond
Hystricurus conicus (Billings)
H. oculilunatus Ross
H. flectimembrus Ross
Pseudohystricurus orbus Ross
Hillyardina semicylindrica Ross
Ptychocephalus sp., cf. *P. declevita* (Ross)
Tsinania sp.
Symphysurina sp.
Isoteloides? whitfieldi (Raymond)
Lachrostoma latucelsum (Ross)
Bellefontia collieana (Raymond)
B. nonium (Walcott)
B.? acuminiferentis Ross
Bathyurus angelini Billings
Bathyurus extans (Hall)
Petigurus cybele (Billings)
OSTRACODA
Eoleperditia nana (Jones)
E. alta (Conrad)
Leperditella ornata Weller
Isochilina gracilis Jones
Isochilina puteata Raymond
Isochilina sp. cf. *I. ottawa* Jones
Halliella sp. cf. *H. labiosa* Ulrich
Aparchites minutissimus (Hall)
Leperditella ornata Weller
Primitia logani (Jones)
P. logani var. *leperditoides* (Jones)
PSEUDO-NOTOSTRACA
Ozomiz lucan Walcott
ECHINODERMATA
Eocystites primaevus Billings
Amygdalocystites sp.
STRUCTURES BIOSÉDIMENTAIRES
Cryptozoon lachutense Dawson
C. proliferum
C. sp. cf. *C. steeli* Seely
Palaeophycus beauharnoisense Billings
Phycodes sp.
Phytopsis sp.

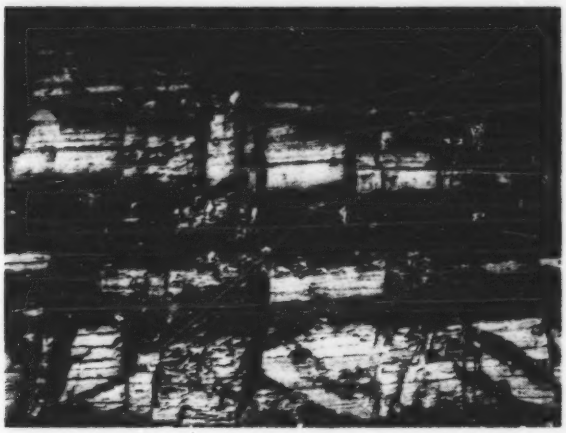


FIGURE 10 — Grès et shale du Membre de Sainte-Thérèse à la base de la Formation de Laval. Carrière Whissel, 5 km à l'ouest de Saint-Philippe d'Argenteuil.

FIGURE 11 — Groupe de Chazy, partie centrale à supérieure de la Formation de Laval. Banc massif de calcarénite à 4 km au SW de Saint-Blaise (secteur de Napierville).

Membre de Sainte-Thérèse

Le Membre de Sainte-Thérèse (unité 19) représente le grès de base, bioturbé, gris verdâtre et micacé, à matrice calcareuse, interstratifié avec des shales gris verdâtre. Une lame mince de ce grès a révélé 61% de quartz, 35% de carbonate, 1% de microcline et environ 3% de minéraux accessoires (hornblende, biotite et zircon).

Dans la région de Joliette, l'équivalent gréseux de ce membre est le *Membre de Joliette*, qui contient des lentilles fossilifères. Dans la région de Saint-Hyacinthe, l'équivalent est le *Grès de Saint-Dominique*.

Entre le Sainte-Thérèse et le Beaconsfield, on peut distinguer, deux biozones à l'intérieur de la formation (Hofmann, 1963):

- Zone supérieure – Zone à *Rostricellula plena*
- Zone inférieure – Zone à *Bolboporites americanus*

Au sommet de la zone à *Bolboporites americanus*, il y a de petits biohermes (planche 5-A) composés en grande partie de coraux, en particulier de *Billingsaria parva* et de *Eofletcheria incerta*, ainsi que de bryozoaires. Cet ensemble forme les plus anciens récifs coralliens connus en Amérique du Nord.

Membre de Beaconsfield

Le Membre de Beaconsfield (non montré sur la carte) est composé d'une calcilutite argileuse à squelettes de brachiopodes. Il devient de plus en plus dolomitique vers le sommet, annonçant la transition vers les dolomies du Pamelia. Cette unité est située dans la zone supérieure à *Rostricellula plena* (planche 5-B).

Milieu de dépôt et fossiles caractéristiques

La Formation de Laval s'est déposée dans un environnement marin peu profond, mais qui reflète différents niveaux d'énergie et des conditions variées si l'on en juge par les différentes lithologies observées.

La faune du Laval est une faune marine abondante de l'Ordovicien moyen. À la base, dans les lits terrigènes du Membre de Sainte-Thérèse, on trouve très peu de variétés de fossiles à part les ichnofossiles des genres *Palaeophycus* sp., *Phycodes* sp., et *Rusophycus* sp., qui eux s'y trouvent en abondance. Dans les parties moyennes, les calcaires contiennent une variété de brachiopodes, bryozoaires, échinodermes, trilobites et ostracodes. Les genres *Orthambonites*, *Mimella*, *Sphenotreta*, *Rostricellula*, *Palaeocystites*, *Malocystites*, *Blastoidocrinus* et *Bolboporites* sont particulièrement abondants. Les lits dolomitiques feuilletés sont caractérisés par la présence d'ostracodes et de pélécypodes.

Les biohermes, d'une part, contiennent les coraux coloniaux *Eofletcheria* et *Billingsaria* et des bryozoaires trepostomes; les autres lits associés, d'autre part, montrent les algues *Solenopora* sp., *Girvanella* sp. et *Nuia* sp.

En résumé, nous avons noté que les fossiles de la Formation de Laval sont abondants. Les espèces que l'on rencontre surtout sont les brachiopodes *Rostricellula plena* et *Mimella borealis*. Nous produisons au tableau 3 une liste exhaustive des fossiles du Groupe de Chazy des Basses-Terres.

La Formation de Laval est l'équivalent de la Formation de Rockcliffe de l'est de l'Ontario (Williams *et al.*, 1982a, 1982b, 1982c). En ce qui concerne l'État de New York, on peut mettre en corrélation les parties inférieures et moyennes de la formation avec les Formations de Day Point et de Crown Point. La partie supérieure est l'équivalent de la Formation de Valcour (Fisher, 1968).

TABLEAU 3 — Fossiles du Groupe de Chazy

Espèces	Espèces
ALGAE	**BRACHIOPODA (suite)**
Girvanella sp.	*M. transversa* Cooper
Nuia sp.	*M. vulgaris* (Raymond)
Solenopora embrunensis Wilson	*Atelelasma parvum* (Wilson)
S. ouareauensis Fritz	*Onychoplecia C. longirostris* (Billings)
PORIFERA	*O.* sp. cf. *O. gracilis* (Raymond)
Eospongia sp. cf. *E. roemeri Billings*	*Strophomena.* sp.
Hindia cf. *H. sphaeroidalis* Duncan	*Glyptomena ? distans*
HYDROZOA	*Macrocoelia champlainensis* (Raymond)
Stromatoporella sp.	*Dactylogonia incrassata* (Hall)
Stromatocerium sp.	*Camerella varians* Billings
SCYPHOZOA	*Sphenotreta acutirostris* (Hall)
Climaconus rallus Sinclair	*Rostricellula orientalis* (Billings)
Conularina irrasa Sinclair	*R.* sp. cf. *R. orientalis* (Billings)
C. raymondi Sinclair	*R. plena* (Hall)
C. triangulata (Raymond)	*R. pristina* (Raymond)
C. undosa Sinclair	*R. raymondi* Cooper
Metaconularia sp.	*R. wilsonae* Cooper
ANTHOZOA	**CNIDARIA**
Lichenaria heroensis (Raymond)	*Tubulelloides splendens* (Billings)
L. sp.	**MONOPLACOPHORA**
Billingsaria parva (Billings)	*Scenella ? montrealensis* (Billings)
Eofletcheria incerta (Billings)	*Archinacella propria* Raymond
E. sinclairi Okulitch	**GASTROPODA**
BRYOZOA	*Bucania sulcatina* (Emmons)
Mesotrypa infida (Ulrich)	*Maclurites magnus* Le Sueur
Heterotrypa cf. *H. prolifica* Ulrich	*Lecanospira (Lecanospira)* sp. cf. *L. (L.) compacta*
Stigmatella vulgaris Parks et Dyer	*Raphistoma immaturum* (Billings)
S. sp. cf. *S. personata* U. et Ba.	*R. striatum* (Emmons)
Stenopora fibrosa Billings	*R. stamineum* Hall
S. patula Billings	*R. stamineum crevieri* (Billings)
Monotrypa undulata (Nicholson)	*Trochonema (Trochonema) umbilicateur* (Hall)
Phylloporina aspera (Hall)	*Liospira americana* (Billings)
Subretepora sp.	*Loxoplocus (Lophospira) rectistriatus* (Raymond)
Ptilodictya ? fenestrata (Hall)	*Holopea* sp.
Stictopora glomerata Hall	**PELECYPODA**
Pachydictya foliata Ulrich	*Ctenodonta* cf. *C. parvidens* Raymond
BRACHIOPODA	*Clionychia montrealensis* (Billings)
Lingulella sp.	*Modiolopsis fabaeformis* Raymond
Ectenoglossa ? lyelli (Billings)	*M. parviuscula* Billings
Palaeoglossa ? belli (Billings)	**CEPHALOPODA**
Schizambon duplicimuratum Hudson	*Cameroceras velox* (Billings)
Orthambonites exfoliata	*Trienoceras montrealense* Flower
Hesperorthis ignicula (Raymond)	*Stereospyroceras* cf. *S. clintoni* (Hall)
Glyptorthis bellarugosa (Conrad)	*Plectoceras jason* (Billings)
G. transversa Cooper	*Valcouroceras* sp.
Ptychopleurella porcia (Billings)	**TRILOBITA**
Multicostella (Multicostella) platys (Billings)	*Glaphurina lamottensis* Ulrich
Valcourea strophomenoides (Raymond)	*Remopleurides canadensis* Billings
V. sp. cf. *V. intracarinata* Ulrich et Copper	*Basilicus (Basiliella) whittingtoni* Shaw
Mimella acuminata (Billings)	*Isotelus harrisi* Raymond
M. borealis (Billings)	

TABLEAU 3 (suite) — Fossiles du Groupe de Chazy

Espèces	Espèces
TRILOBITA (suite)	**ECHINODERMATA**
Isoteloides angusticaudus	*Palaeocystites dawsoni* Billings
Vogdesia bearsi (Raymond)	*P. tenuiradiatus* (Hall)
V. ? obtusus (Hall)	*Homocystites forbesi* (Billings)
Illaenus sp. cf. *I. bayfieldi* Billings	*Cheirocrinus forbesi* (Billings)
Manillaerus ? punctatus (Raymond)	*Bolboporites americanus* Billings
Thaleops conifrons (Billings)	*Deocrinus asperatus* (Billings)
T. longispina Shaw	*Hybocrinus pristinus* (Billings)
Bumastus (Bumastus) globosus (Billings)	*Pachyocrinus crassibasalis* Billings
Bumastus (Bumastoïdes) aplatus Raymond	*Malocystites murchisoni* Billings
Bathyurus? sp. cf. *B. ? angelini Billings*	*Canadocystis barrandei* (Billings)
Basilicus marginalis (Hall)	*Blastoidocrinus carchariaedens* Billings
Calliops annulatus (Raymond)	**STRUCTURES BIOSÉDIMENTAIRES**
Eoharpes sp. cf. *E. antiquatus* (Billings)	*Conostichus* sp.
Isotelus platymarginatus Raymond	*Cruziana* sp.
Hibbertia ottawaensis (Billings)	*Skolithos* sp.
H. valcourensis Shaw	*Palaephycus* sp.
Lonchodomas halli (Billings)	*Rhymatodema* sp.
Ceraurus sp.	*Rusophycus carleyi* (James)
Kawina vulcanus (Billings)	*Rusophycus grenvillensis* Billings
Nieszkowskia satyrus (Billings)	*Cruziana ? dilatata* Seilacher
Sphaerexochus parvus (Billings)	*Cruziana* sp. cf. *C. quadrata* Seilacher
Pliomerops canadensis (Billings)	*Isopodichnus* sp.
Calyptaulax (Calliops) annulatus (Raymond)	*Petalichnus* sp.
Amphilichas minganensis (Billings)	*Diplichnites* sp.
Homotelus obtusus (Hall)	*Walcottia ?* sp.
OSTRACODA	*Palaeophycus tubulare* Hall
Biartina modesta Ulrich et Swain	*Planolites* sp.
Eoleperditia canadensis var. *labrosa* (Jones)	*? Rhizocorallium auriforme* (Hall)
E. modesta (Ulrich et Swain)	*Diplocraterion parallelum* Torrell
Eurychilina crassimarginata Ulrich	*Arthraria antiquata* Billings
E. latimarginata Raymond	*Conostichus* sp.
Leperditella ornata Weller	*Skolithos gyratus* n. sp.
L. ? obscura (Jones)	*Caugichnus caughnawagensis* Hofmann
Conchoprimites sp. cf. *C. tolli* Bonnema	*Chondrites antiquatus* (Hall)
Schmidtella affinis Ulrich	*Teichichnus* sp.
S. labiata Carter	*Phycodes reniforme* Hofmann
S. sp. cf. *S. crassimarginata* Ulrich	*Phycodes* sp.
Bythocypris. ? granti Ulrich	*Trypanites* sp.
Krausella arcuata Ulrich	*Vermiforichnus* sp.
Apatochilina dimorpha Carter	*Ropalonaria* sp.

Groupe de Black River

Dans certaines régions, la sédimentation du Groupe de Chazy est suivie d'une lacune et, dans d'autres, par le dépôt du Groupe de Black River. Raymond (1906) ainsi que Hofmann (1963) – mais non Hofmann, 1972 – suggèrent même qu'une partie du Black River de base (Pamelia) fasse partie du Chazy. Le Groupe de Black River, qui est reconnu depuis longtemps dans les vallées de Champlain et de Black River de l'État de New York, représente le début d'un nouveau cycle transgressif. Il est composé de trois formations relativement minces (unité 21) qui sont, de la base au sommet, le Pamelia, le Lowville et le Leray.

Dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, la puissance du Groupe de Black River ne dépasse pas 30 m et elle est de beaucoup inférieure à celle du Black River de l'État de New York.

L'ancienne carrière de Saint-Vincent-de-Paul (située sur le boulevard de la Concorde à Saint-Vincent-de-Paul, Laval, à la hauteur de la rue du Parc), maintenant appelée le Centre de la Nature de Laval, est le site par excellence pour étudier le Black River. Les trois formations y sont présentes. La coupe de la rivière Ouareau, à 8 km au SW de Joliette, en amont du pont de la route 41, est la seconde en importance. Celle-ci est beaucoup plus étalée et on peut y observer de nombreux fossiles sur de grandes surfaces (figures 12 et 13).

L'équivalent dans la région adjacente de l'Ontario, pour les Formations de Pamelia et de Lowville est la Formation de Gull River (Williams *et al.*, 1982a, 1982b, 1982c). Pour ce qui est du Leray, il est en partie équivalent à la base de la Formation de Bobcaygeon (Williams *et al.*, 1982a, 1982b, 1982c). La coupe-type du Black River est située dans la vallée de Black River de l'État de New York, à l'ouest des Adirondacks. Les mêmes noms de formations sont utilisés à l'exception du Leray qui est appelé Calcaire de l'Isle La Motte. De plus, on parle de la Dolomie du Pamelia et du Calcaire de Lowville au lieu de Formation de Pamelia et Formation de Lowville. Nous présentons au tableau 4 une liste des fossiles du Black River que l'on rencontre le plus souvent.

FORMATION DE PAMELIA

La Formation de Pamelia est composée, en grande partie, de lits relativement épais de dolomie gris bleu à gris verdâtre, dense, laminée, à grains très fins, à couleur d'altération beige, et contenant de petites quantités de matériaux gréseux, argileux et calcareux. On y voit souvent de la pyrite disséminée. Cette formation représente une phase régressive de la mer qui débuta au Chazy, ce qui rend la distinction des roches de ces deux groupes difficile vu la

TABLEAU 4 — Fossiles du Groupe de Black River

Formation de Pamelia	
BRACHIOPODA	**BIVALVIA**
Lingula sp.	*Ctenodonta* sp. cf. *parvidens* Raymond
	Modiolopsis parviuscula Billings

Formation de Lowville	
ANTHOZOA	**GASTROPODA**
Streptelasma corniculum Hall	*Murchisonia (Hormotoma) gracilis* (Hall)
Lambeophyllum profundum (Conrad)	*Liospira peneplana* Okulitch
Favistella? alveolata (Goldfuss)	*Lophospira bicincta* (Hall)
Foerstephyllum halli Nicholson	*L. perangulata* (Hall)
Tetradium cellulosum (Hall)	*Trochonemella montrealensis* Okulitch
T. clarki Okulitch	*Holopea similis* Ulrich et Scofield
T. cylindricum? Wilson	*Trochonema umbilicata* (Hall)
T. fibratum Safford	
T. racemosum Raymond	**CEPHALOPODA**
	Cameroceras (?) multicameratum (Emmons)
HYDROZOA	*Cycloceras descrescens* (Billings)
Stromatocerium canadense Nicholson et Murie	*Spyroceras cylindratum* (Foerste)
S. rugosum Hall	*Sactoceras josephianum* Foerste
	S. pictolineatum Foerste
CNIDARIA	*Actinoceras billingsi* Foerste
Phytopsis tubulosum Hall	*Endoceras proteiforme* Hall
BRYOZOA	**TRILOBITA**
Stenopora fibrosa Billings	*Bathyurus extans* (Hall)
Rhinidictya mutabilis Ulrich	*Isotelus gigas* DeKay
Pachydictya acuta Hall	*Encrinurus vigilans* (Hall)
	Ceraurus pleurexanthemus Green
BRACHIOPODA	*Pterygometopus harrisi* Okulitch
Rafinesquina alternata (Emmons)	
R. transitionalis Okulitch	**OSTRACODA**
R. grandis Okulitch	*Bythocypris cylindrica* (Hall)
R. minnesotensis (Winchell)	*Eolepeiditia canadensis* (Jones)
Strophomena incurvata (Sheppard)	*Krausella arcuata* Ulrich
Rhynchotrema increbescens (Hall)	
Zygospira recurvirostris (Hall)	**PELECYPODA**
Trematis montrealensis Billings	*Cyrtodonta huronensis* Billings
	C. subcarinata Billings

TABLEAU 4 (suite) — Fossiles du Groupe de Black River

Formation de Leray	
ANTHOZOA	**GASTROPODA**
Streptelasma corniculum Hall	*Phragmolites triangularis* Ulrich et Scofield
Lambeophyllum profundum (Conrad)	*Murchisonia (Hormotoma) gracilis* (Hall)
Favistella alveolata (Goldfuss)	*H. wilsoni* Okulitch
Foerstephyllum halli (Nicholson)	*H. subangulata* Ulrich et Scofield
Tetradium minus Safford	*Liospira larvata* (Salter)
HYDROZOA	*L.* sp. cf. *L. micula* (Hall)
Stromatocerium canadense Nicholson et Murie	*L. peneplana* Okulitch
S. rugosum (Hall)	*L.* sp. cf. *L. vitruvia* (Billings)
BRYOZOA	*Lophospira bicincta* (Hall)
Batostoma canadensis Foord	*L.* sp. cf. *L. oweni* Ulrich et Scofield
B. winchelli var. *spinulosum* Ulrich	*L. perangulata* (Hall)
B. superbum (Foord)	*Maclurites logani* (Salter)
Rhynidictya mutabilis Ulrich	**CEPHALOPODA**
BRACHIOPODA	*Cycloceras decrescens* (Billings)
Mimella sp. ind.	*Spyroceras* sp. cf. *S. paquettense* Foerste
Hesperorthis sp. cf. *tricenaria* (Conrad)	*S. cylindratum* Foerste
Dinorthis sp. ind.	*Zitteloceras* sp.
Pionodema sinuata Okulitch	*Sactoceras josephianum* Foerste
P. subaequata gibbosa (Billings)	*Actinoceras billingsi* Foerste
Leptaena radialis Okulitch	*Gonioceras anceps* (Hall)
Rafinesquina alternata (Emmons)	*Ormoceras* sp.
R. clara Okulitch	*Richardsonceras* (?) sp. ind.
R. transitionalis Okulitch	*Endoceras proteiforme* Hall
R. grandis Okulitch	**OSTRACODA**
R. minnesotensis (Winchell)	*Eoleperditia fabulites* (Conrad)
R. wagneri Okulitch	*E. canadenis* (Jones)
R. williamsi Okulitch	*Leperditella ornata* Weller
Strophomena corrugata Okulitch	*Krausella arcuata* Ulrich
S. emaciata Winchell et Schuchert	**TRILOBITA**
S. incurvata (Shepard)	*Isotelus gigas* DeKay
S. irregularis Wilson	*Bumastus bellevillensis* Raymond et Narraway
Trematis montrealensis Billings	*Illaenus martineauensis* Okulitch
Rhynchotrema increbescens (Hall)	*Encrinurus vigilans* (Hall)
Zygospira recurvirostris (Hall)	*Ceraurus pleurexanthemus* Green
PELECYPODA	**PROTISTA**
Ctenodonta abrupta (?) Billings	*Receptaculites occidentalis* Salter

transition existante. Dans la région de Montréal, on retrouve des structures sédimentaires reflétant des conditions lagunaires littorales à supratidales (craquelures de dessication, rides de plage, etc.).

Au temps Pamelia, la mer se limitait aux vallées de l'Outaouais, du Saint-Laurent et du lac Champlain; elle était donc restreinte à la partie sud du bassin. Par la suite, une phase de trangression majeure eut lieu.

Les fossiles sont très rares. On ne retrouve qu'une douzaine d'espèces, pour la plupart des survivants du Chazy. On a trouvé dans la région de Montréal le brachiopode *Lingula* sp. et les bivalves *Ctenodonta* sp. cf. *parvidens* Raymond et *Modiolopsis parviuscula* Billings.

FORMATION DE LOWVILLE

Cette formation est composée de divers types de calcaires de couleur pâle, oolitiques, micritiques, pelletoïdaux, à grain fin, qui sont interlités en lits minces n'excédant que rarement 15 cm d'épaisseur.

La lithologie dominante est un calcaire lithographique (calcilutite) de couleur pâle (figure 12). Le calcaire de Lowville est surnommé le calcaire «Bird eyes» parce que des sections de tubes d'annélides remplis de calcite blanche et ressemblant à des yeux d'oiseaux apparaissent dans une matrice de couleur plus foncée.

L'approfondissement graduel de la mer au temps Lowville a favorisé la formation de hauts-fonds à ooïdes et de

FIGURE 12 — Groupe de Black River. Calcilutite de la Formation de Lowville. Rivière Ouareau à 8 km au SW de Joliette et à environ 1 km en amont du pont de la nouvelle route 158.

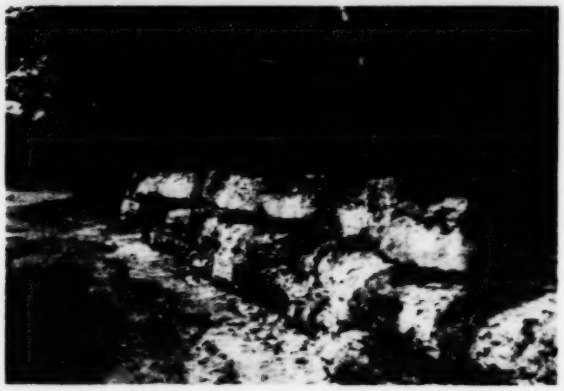


FIGURE 13 — Groupe de Black River. Calcaire de la Formation de Leray. Rivière Ouareau à 8 km au SW de Joliette (même localisation que figure 12).

plate-formes à récifs coralliens. Des calcaires à boue fine carbonatée se formèrent, le tout contenant une faune variée représentative d'une mer claire, à eaux encore peu profondes.

Il est très difficile de séparer les fossiles du Lowville de ceux de la Formation susjacente du Leray. On a longtemps considéré le corail *Tetradium fibratum* comme fossile-type du Lowville (planche 6-A et B). On y rencontre des représentants des divers embranchements tels les bryozoaires, bivalves, brachiopodes, gastéropodes, céphalopodes, trilobites, etc.

FORMATION DE LERAY

La Formation de Leray est composée d'un calcaire gris foncé, micritique, massif en surface fraîche, ayant une couleur d'altération gris clair brunâtre; par endroits le calcaire est gréseux. Le Leray se présente, en général, en lits d'épaisseur constante allant jusqu'à 0,75 m d'épaisseur (figure 13). On rencontre, disséminées à travers ce calcaire, des plaques ou lentilles irrégulières de chert. On note aussi la présence de minces interlits de shale. Dans la région de Joliette, on note la présence de glissements intraformationnels dans la partie supérieure de cette formation.

Le milieu de sédimentation du Leray est caractérisé par une mer d'eau peu profonde, de type lagon, où un développement considérable d'une faune à coraux, à brachiopodes, à gastéropodes, à céphalopodes et à trilobites a eu lieu. Les deux fossiles que l'on trouve souvent associés en abondance dans le Leray sont le corail *Foerstephyllum halli* (planche 6-C et D) et le stromatoparidé *Stromatocerium rugosum* (planche 6-C). Les ostracodes sont aussi abondants dans certains lits ainsi que de gros orthocones tel *Actinoceras billingsi*. L'éponge (Porifera) *Receptaculites occidentalis* (planche 11-B) est aussi présente dans certains horizons et à certains endroits, comme à Pont-Rouge, par exemple.

Groupe de Trenton

La sédimentation du Black River fut suivie d'une grande subsidence du bassin des Basses-Terres du Saint-Laurent et, ensuite, du dépôt des calcaires du Groupe de Trenton.

Le Groupe de Trenton est composé de calcaires argileux gris, gris-bleu ou même noirs, variant de microcristallins à cristallins et, en général, très fossilifères et bien stratifiés. Vers la partie supérieure du groupe, ces calcaires sont interstratifiés avec des interlits de shale variant d'une fraction de cm à quelques cm d'épaisseur. Le calcaire cristallin se rencontre, en général, à la base du groupe et se présente en lits épais pouvant atteindre jusqu'à 3 m d'épaisseur.

Les calcaires du Groupe de Trenton se formèrent en milieu marin, de profondeur moyenne, sur une plateforme carbonatée. Leur plus grande puissance (250 m) est atteinte dans la région de L'Épiphanie, aux environs de Montréal.

Ce groupe est subdivisé en plusieurs formations et membres comme suit:

Région de Montréal à Trois-Rivières	**Région de Trois-Rivières à Québec**
Formation de Tétreauville	Formation de Neuville *Membre de Grondines*
Formation de Montréal *Membre de Rosemont* *Membre de Saint-Michel*	Formation de Neuville *Membre de Saint-Casimir*
Formation de Deschambault	Formation de Deschambault
Formations de Mile End, de Rockland et de Ouareau	Formations de Pont-Rouge, de Saint-Anne, de Saint-Alban, de Fontaine.

FORMATIONS DE MILE END, DE ROCKLAND, DE OUAREAU, DE FONTAINE, DE SAINT-ALBAN, DE SAINTE-ANNE ET DE PONT-ROUGE

Le Trenton basal (unité 22) est composé de calcaire, connu sous les noms de Mile End et de Rockland dans la région de Montréal, de Ouareau dans la région de Joliette (figure 14), de Fontaine à l'est de la rivière Saint-Maurice, de Saint-Alban sur la rivière Sainte-Anne et de Pont-Rouge sur la rivière Jacques-Cartier. Cette unité affleure principalement entre Trois-Rivières et Québec (voir carte hors-texte).

Les calcaires composant ces différentes formations situées entre les strates du Leray et celles du Deschambault sont généralement bien stratifiés, à lits minces, variant d'une calcilutite à un calcaire légèrement cristallin. Près de la ville de Québec, le calcaire devient nodulaire et contient des interlits de shale. La puissance de cette unité est d'environ 10 m.

Cette unité possède une faune assez variée d'affinité «Trenton» (tableau 5). Le fossile le plus caractéristique est le stromatoporidé *Receptaculites occidentalis* (planche 11-D). Vers le sommet de l'unité, les coraux appartenant aux genres *Forstephyllum* (planche 6-C et D), *Stromatocerium* (planche 6-C) et *Lambeophyllum* sont présents par endroits. On rencontre aussi des lits ou lentilles de petits gastéropodes.

FIGURE 14 — Calcaire finement lité de la Formation de Ouareau (Groupe de Trenton). Rivière Ouareau, à 8 km au SW de Joliette (même localisation que figures 12 et 13).

Dans la région adjacente de l'Ontario, la formation équivalente à l'unité 22 est la Formation de Bobcaygeon qui serait aussi équivalente à la Formation de Deschambault (Williams *et al.*, 1982a, 1982b, 1982c). Dans la vallée de Champlain de l'État de New York, la formation équivalente est le Calcaire de Glens Falls et spécialement son faciès inférieur, le Calcaire de Larrabee (Fisher, 1968, 1977).

TABLEAU 5 — Fossiles de la Formation de Ouareau

Espèces	Espèces
ALGAE	**GASTROPODA**
Solenopora compacta (Billings)	*Phragmolites compressus* Conrad
COELENTERATA	*Murchisonia* (*Hormotoma*) *trentonensis* Ulrich et Scofield
Stromatocerium rugosum (Hall)	*Liospria* sp.
Tetradium cellulosum (Hall)	*Lonoplocus* sp.
T. fibratum Safford	**TRILOBITA**
T. clarki Okulitch	*Isotelus gigas* DeKay
Lambeophyllum profundum (Conrad)	*Ceraurus pleurexanthemus* Green
Foerstephyllum halli (Nicholson)	*Bumastus* sp.
BRYOZOA	*Bumastus* (*Busmatoides*) *milleri* (Billings)
Prasopora simulatrix Ulrich	**OSTRACODA**
Stigmatella catenulata Coryell	*Macronotella* sp. cf. *M. schofieldi Ulrich*
S. crenulata Ulrich et Bassler	*Eoleperditia* cf. *E. fabulites* (Conrad)
S. massalis Bassler	Bytocypris? cylindrica
Escaropora sp. cf. *S. subrecta* Ulrich	**PORIFERA**
BRACHIOPODA	*Receptaculites occidentalis* Salter
Rafinesquina sp. cf. *R. okulitchi* Wilson	
Paucicrura rogata (Sardeson)	
Rafinesquina alternata Conrad	
Zygospira recurvirostris (Hall)	

FORMATION DE DESCHAMBAULT

Cette formation (unité 23), dont la puissance varie de 3 à 30 m, est composée d'une calcarénite presque pure (93-99% de $CaCO_3$; 5% de SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, $MgCO_3$), gris clair à moyen, à altération brunâtre, en lits épais et uniformes (20 cm -1 m). Par endroits, on note des stratifications entrecroisées et des glissements intraformationnels. On retrouve des interlits de shale remplis de bryozoaires dans le Deschambault de la partie NE des Basses-Terres. Cette particularité disparaît vers Montréal. Ce calcaire est composé presqu'entièrement de fragments de fossiles (principalement des échinodermes, tout spécialement les crinoïdes). Le Deschambault forme des gorges spectaculaires aux endroits où il est recoupé par des rivières importantes (figure 15).

On rencontre aussi du chert épigénétique sous forme de veines ou de masses parallèles à la stratification, des horizons à *Solenopora* sp. (planche 7-A), des zones intralithoclastiques ainsi que des chenaux d'érosion de faible amplitude. Les stratifications obliques abondantes indiquent un environnement subtidal de haute énergie.

La faune du Deschambault, très importante, est représentée par environ 90 espèces, surtout des brachiopodes, bryozoaires et trilobites (tableau 6). On peut en retenir trois espèces importantes:

- *Rafinesquina alternata* (brachiopode)
- *Receptaculites occidentalis* (stromatoporidé)
- *Schizotreta canadense* (brachiopode)

FORMATION DE MONTRÉAL (ou Membre de Saint-Casimir de la Formation de Neuville)

Cette formation est composée de calcaire argileux gris foncé, en lits minces (5 à 15 cm) irréguliers. Elle affiche une grande variété de lithologies (calcaires semi-cristallin, micritique ou cristallin). Il y a peu d'interlits de shale, de calcaire oolitique, gréseux ou dolomitique. Elle est composée de deux membres: le *Membre de Rosemont* (unité 25), au sommet, contenant différentes variétés de calcaire argileux à litage ondulé et le *Membre de Saint-Michel* (unité 24), à la base, avec des calcaires plus cristallins et mieux lités.

La composition chimique des deux membres est comme suit:

Rosemont: (légèrement dolomitique)
2% de $MgCO_3$, 65% de $CaCO_3$, 20% de SiO_2

Saint-Michel: (non dolomitique)
1% de $MgCO_3$, 90% de $CaCO_3$, 8-12% de SiO_2

Une faune benthonique abondante est présente (tableau 7). On remarque dans le Rosemont la présence des bryozoaires *Prasopora orientalis* (planche 12-A et B) et des brachiopodes *Zygospira recurvirostris* en grandes quantités. Dans le Saint-Michel, les trilobites *Cryptolithus lorrettensis* et *C. tessellatus* (planche 7-B et C; planche 8-C; et planche 9-B) et le brachiopode *Parastrophina hemiplicata* sont représentatifs. Les lithologies de la Formation de Montréal dénotent des conditions variées de déposition dans une mer peu profonde à énergie variant de faible à modérée.

Dans la partie NE des Basses-Terres du Saint-Laurent, surmontant le Deschambault, nous pouvons observer le *Membre de Saint-Casimir* (unité 24) de la Formation de Neuville (figure 16). Ce membre est homogène et ressemble plutôt au *Membre de Saint-Michel* de la Formation de Montréal. Il n'y a pas d'équivalent du Rosemont à l'est de Trois-Rivières. La puissance de la Formation de Montréal ou du Membre de Saint-Casimir de la Formation de Neuville varie de 60 à 130 m.

FIGURE 15 — Calcarénite de la Formation de Deschambault. Gorge le long de la rivière Jacques-Cartier, à environ 300 m en aval du pont Blanc, lequel est situé à 1,5 km au SE du village de Pont-Rouge.

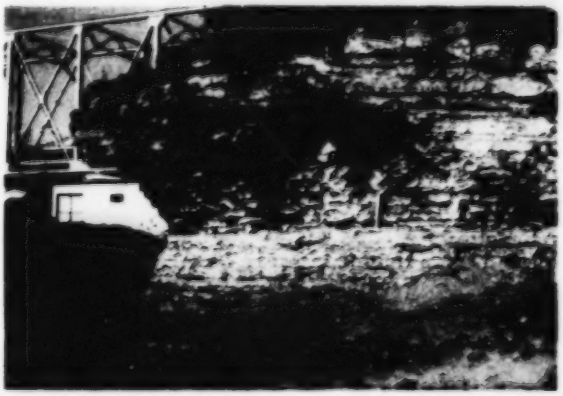


FIGURE 16 — Membre de Saint-Casimir de la Formation de Neuville, à la coupe-type au village de Saint-Casimir. Calcaire argileux, micritique et cristallin, gris foncé, en minces lits irréguliers.

TABLEAU 6 — Fossiles de la Formation de Deschambault

Espèces	Espèces
ALGAE	**PELECYPODA**
Solenopora compacta Billings	*Ambonychia amygdalina* Hall
COELENTERATA	*A. orbicularis* (Emmons)
Conularia trentonensis Hall	*Colpomya faba* (Conrad)
Eoconularia sp.	**GASTROPODA**
BRYOZOA	*Cyrtolites ornatus* Conrad
Mesotrypa infida Ulrich	*Murchisonia* (*Hormotoma*) *gracilis* (Hall)
Prasopora insularis Ulrich	*H. trentonensis* Ulrich et Schofield
P. simulatrix var. *orientalis* Ulrich	*Cyclonema hallianum* Salter
Prasoporina selwyni Nicholson	*Phragmolites compressus* Conrad
Stigmatella catenulata Coryell	**CEPHALOPODA**
S. crenulata Ulrich et Bassler	*Endoceras* sp.
Hallopora subplana Ulrich	*Actinoceras* sp.
Chainodictyon sp. cf. *C. laxum* Foerste	*Spyroceras bilineatum* (Hall)
Graptodictyon proava (Eichwald)	**TRILOBITA**
Rhinidictya exigua Ulrich	*Bathyurus* sp.
R. mutabilis Ulrich	*Isotelus gigas* DeKay
Pachydictya gigantea Ulrich	*I.* sp.
P. splendens Ulrich	*Illaenus* sp.
P. elegans Ulrich	*Bumastus milleri* Billings
P. sp. cf. *P. triserialis* Ulrich	*Acrolichas cucullus ottawense* Foerste
Paleschara sp. cf. *P. incrustans* Hall	*Encrinurus trentonensis* Walcott
E. sp. cf. *E. subrecta* Ulrich	*Hemiarges paulianus* Clarke
BRACHIOPODA	*Flexicalymene senaria* (Conrad)
Trematis ottawensis Billings	*Ceraurus pleurexanthemus* Green
T. terminalis Emmons	*Calyptaulax calderi* Wilson
Schizocrania filosa Hall	**OSTRACODA**
Pholidops trentonensis Hall	*Briartina* sp. cf. *B. modesta* Swain
Platystrophia sp. prob. *P. amoena* McEwan	*Eurychilina reticulata* var. *incurva* Ulrich
Paucicrura rogata Sardeson	*Tetradella ulrichi* Kay
Dinorthis browni Wilson	*Leperditella ornata* Weller
D. dubia Wilson	*Schmidtella incompta* Ulrich
D. pectinella Emmons	*S. umbonata* Ulrich
Deleroides pervetus ottawanus Wilson	*S. latimarginata* Keenan
Sowerbyella sericea (Sowerby)	*Bythocypris cylindrica* (Hall)
S. punctostriata Mather	*B.?* sp. cf. *B.? granti* Ulrich
Leptaena sp.	*Krausella* sp. cf. *K. arcuata* Ulrich
Rafinesquina alternata (Conrad)	*Aparchites trentonensis* Ulrich
R. minuta Salmon	**CNIDARIA (Conulata)**
R. sp.	*Sphenothallus* sp.
Oepikina sp.	**PROTISTA**
Strophomena filitexta Hall	Tiges translucides
S. minuta Wilson	*Receptaculites occidentalis* Salter
Triplesia nuclea Hall	
Parastrophia hemiplicata (Hall)	
Rhynchotrema increbescens (Hall)	
R. intermedia Wilson	
Zygospira recurvirostris (Hall)	
Schizotreta canadense	

TABLEAU 7 — Fossiles de la Formation de Montréal et du Membre de Saint-Casimir de la Formation de Neuville

Espèces	Espèces
COELENTERATA	*Paucicrura rogata* (Sardeson)
Conularia trentonensis Hall	*Platystrophia* sp. cf. *P. amoena* McEwan
BRYOZOA	*Triplesia nuclea* (Hall)
Prasopora orientalis Ulrich	*Zygospira recurvirostris* (Hall)
P. occidentalis Ulrich	**GASTROPODA**
P. simulatrix Ulrich	*Murchisonia (Hormotoma) trentonensis* Ulrich et Scofield
P. insularis Ulrich	**PELECYPODA**
Prasoporina selwyni (Nicholson)	*Rhytimya* sp.
Diplotrypa westoni Ulrich	**CEPHALOPODA**
Hallopora sp.	*Trocholites ammonius* Conrad
Glauconomella plumula Wiman	**TRILOBITA**
Nematopora ovalis Ulrich	*Hypodicranotus striatulus* (Walcott)
Rhinidictya exigua Ulrich	*Isotelus gigas* DeKay
Pachydictya splendens Ulrich	*Flexicalymene senaria* (Conrad)
Mitoclemella sp. cf. *M. mundulum* (Ulrich)	*Ceraurus pleurexanthemus* Green
BRACHIOPODA	*Cryptolithus tessellatus* (Green)
Orthis tricenaria (Conrad)	*Cryptolithus lorrettensis* Foerste
Rhynchotrema increbescens (Hall)	**ECHINODERMATA**
R. ainslei Winchell	Disques et plaques de crinoïdes
Rafinesquina alternata (Emmons)	**OSTRACODA**
R. prestonensis Salmon	*Primitia obesa* Thorslund
R. patula Wilson	*Bythocypris* sp. cf. *B. cylindrica* (Hall)
Parastrophina hemiplicata Hall	**PORIFERA**
Sowerbyella sericea (Sowerby)	*Receptaculites occidentalis* Salter

La Formation de Verulam est la formation équivalente du Montréal dans les régions adjacentes de l'Ontario (Williams *et al.*, 1982a, 1982b, 1982c). Dans la vallée de Champlain de l'État de New York, la formation équivalente est le Calcaire de Montréal, faciès supérieur des Calcaires de Glens Falls (Fisher, 1968, 1977).

FORMATION DE TÉTREAUVILLE
(ou Membre de Grondines de la Formation de Neuville)

Cette formation (unité 27) est caractérisée par la régularité de sa stratification, l'abondance d'interlits de shale calcareux gris foncé de 2,5 à 5 cm d'épaisseur, ainsi que par la couleur foncée de son calcaire argileux et micritique qui se présente en lits atteignant 15 cm d'épaisseur. Le Tétreauville n'est pas dolomitique. En plus du $CaCO_3$, il contient 20% de SiO_2, 2-3% de Fe_2O_3, 6% de Al_2O_3, 1% de $MgCO_3$.

Dans la partie NE des Basses-Terres du Saint-Laurent, c'est-à-dire de Trois-Rivières à Québec, l'équivalent du Tétreauville est le *Membre de Grondines* de la Formation de Neuville (figure 17). Ce calcaire dense se présente en lits épais; il est plus homogène que la Formation de Montréal ou le Membre de Saint-Casimir. Dans la partie moyenne et supérieure du Membre de Grondines, il y a du chert finement disséminé.

Les sédiments du Tétreauville ou du Grondines se déposèrent dans une mer assez profonde et ne furent pas affectés par l'action des vagues. Cependant, à périodes irrégulières, un faciès dont la stratification est oblitérée s'est développé; le calcaire ne se retrouve alors que sous forme de nodules entourées de shale. On appelle ce faciès le Terrebonne (unité 26). Il résulte de changements extrêmes se produisant dans le bassin de sédimentation.

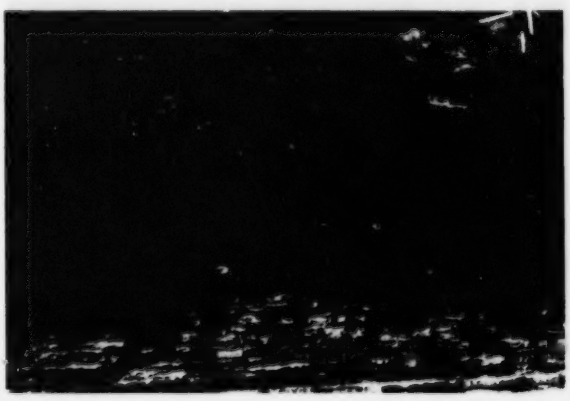


FIGURE 17 — Membre de Grondines de la Formation de Neuville. Coupe le long du rivage à Neuville. Interstratification régulière de calcaire et de shale calcareux.

La puissance de la Formation de Tétreauville varie de 110 à 140 m alors que celle du Membre de Grondines de la Formation de Neuville est de 350 à 400 m.

La faune de la Formation de Tétreauville ou du Membre de Grondines est abondante (tableau 8); elle compte 200 espèces de fossiles. Les deux espèces les plus importantes constituent les deux biozones suivantes avec tout leur cortège d'autres espèces:

– Zone à *Rafinesquina deltoidea* (brachiopode)
– Zone à *Cryptolithus lorettensis* (trilobite)

TABLEAU 8 — Fossiles de la Formation Tétreauville ou du Membre de Grondines de la Formation de Neuville

Espèces	Espèces
PORIFERA	**BRACHIOPODA (suite)**
Spicules d'éponge	*R. ? lennoxensis* Salmon
Rhombodictya sp.	*R. miodeltoidea* Wilson
COELENTERATA	*R. normalis* Wilson
Conularia trentonensis Hall	*R. prestonensis* Salmon
Eoconularia amoena Sinclair	*R. semicircularis* Wilson
BRYOZOA	*R. trentonensis?* (Conrad)
Corynotrypa delicatula (James)	*R.* sp.
C. inflata Hall	*Strophomena* sp.
Prasopora sp.	*Triplesia nuclea* Hall
Hallopora wesenbergiana (Dybowski)	*Parastrophia hemiplicata* (Hall)
Rhinidictya exigua Ulrich	*Zygospira deflecta* (Hall)
R. mutabilis Ulrich	*Z. recurvirostris* (Hall)
BRACHIOPODA	*Z. nicolleti* (Winchell et Schuchert)
Conotreta rusti Walcott	**PELECYPODA**
Lingula briseis Billings	*Modiolopsis nasutum* (Conrad)
L. divulgata Sinclair	*Ctenodonta* cf. *C. parvidens* Raymond
L. hastata Sinclair	**GASTROPODA**
L. placibilis Sinclair	*Sinuites cancellatus* (Hall)
L. sp.	*Holopea nereis* Billings
Pseudolingula sp.	*Murchisonia* (*Hormotoma*) *gracilis* (Hall)
Cornwallia minuta Wilson	*Murchisonia* (*Hormotoma*) sp.
Trematis terminalis (Emmons)	*Helicotoma planulata* Salter
T. ottawaensis Billings	*Lophospira medialis* Ulrich et Schofield
Schizocrania filosa Hall	*L.* sp.
S. minuscula Wilson	*Straparollina* sp.
Schizotreta canadensis Wilson	**CEPHALOPODA**
Orbiculoidea lamellosa d'Orbigny	*Oncoceras* sp.
Pholidops canadensis (Hall)	*Michelinoceras* sp.
Paucicrura rogata (Sardeson)	*Spyroceras* sp.
Sowerbyella sericea (Sowerby)	**TRILOBITA**
S. subovalis Wilson	*Basilicus* sp. Young
Leptaena diminuta Wilson	*Isotelus gigas* DeKay
L. trentonensis Wilson	*Flexicalymene senaria* (Conrad)
L. sp. cf. *L. trentonensis* Wilson	*Ceraurus pleurexanthemus* Green
Platystrophia sp. cf. *P. amoena* McEwan	*Triarthrus eatoni* (Hall)
Cyclospira bisulcata (Emmons)	*T. beckii* Green
Glyptorthis insculpta Hall	*Cryptolithus lorettensis*
Rafinesquina alternata (Conrad)	**OSTRACODA**
R. apicalis Wilson	*Ceratopsis chambersi* (Miller)
R. camerata (Conrad)	*Dicranella* sp.
R. carlottina Wilson	*Primitia obesa* Thorslund
R. declivis (James)	*Schmidtella* sp. cf. *S. incompta* Ulrich
R. deerensis Salmon	*Bythocypris cylindrica* (Hall)
R. deltoidea (Conrad)	*Krausella arcuata* Ulrich
R. sp. cf. *R. deltoidea* (Conrad)	

TABLEAU 8 (suite) — Fossiles de la Formation Tétreauville ou du Membre de Grondines de la Formation de Neuville

Espèces	Espèces
ECHINODERMATA	**STRUCTURES BIOSÉDIMENTAIRES (suite)**
Lepidocoleus jamesi Hall et Whitfield	*Helminthopsis* sp.
Cheirocrinus logani Billings	*Oichnus paraboloides*
GRAPTOLITHINA*	*Isopodichnus* sp.
Orthograptus quadrimucronatus micracanthus Elles et Wood	*Palaeophycus tubularis*
Orthograptus amplexicaulis Hall	*Palaeophycus* sp.
Amplexograptus praetypicalis Riva	*?Plagiogmus* sp.
CNIDARIA (Conulata)	*Planolites beverleyensis*
Sphenothallus sp.	*P. montanus*
STRUCTURES BIOSÉDIMENTAIRES	*P.* sp.
Anconichnus horizontalis	*Rhizocorallium* cf. *R. irrégulave*
Arenicolites sp.,?	*? Rosselaria* sp.
cf. *Biformites* sp.	*Rusophycus* sp.
Chondrites sp.	*Scalarituba missouriensis*
Bifungites cf. *halli*	*Sculicia* sp.
Circulichnis montanus	*Skolithos linearis*
Clematischnia sp.	*Skolithos* sp.
Conostichnus sp.	*Teichichnus rectus*
Cruziana problematica	*Teichichnus* sp.
Cruziana cf. *pudica*	*Tomoculum* sp.
Cruziana sp.	*Trichichnus* sp.
cf. *diplichnites* sp.	*Trypanites weisei*
Furculosus carpathicus	*Vermiforichnus clarkei*
Helminthopsis hieroglypbica	*Zoophycos* sp.

* Tous les graptolites de ce rapport ont été identifiés par John Riva de l'Université Laval.

Vers le sommet de la formation les céphalopodes *Michelinoceras* sp. (planche 12-D) sont très abondants.

D'après une étude des conodontes (Globensky & Jauffred, 1971), il ressort que le Membre de Grondines ou le Tétreauville sont caractérisés par 80% de *Phragmodus undatus* ainsi que par la présence de *Periodon grandis*, tandis que le Membre de Saint-Casimir contient 54% de *Phragmodus undatus* et 33% de *Panderodus gracilis*.

La Formation de Lindsay est la formation équivalente du Tétreauville dans la région adjacente de l'Ontario (Williams *et al.*, 1982a, 1982b, 1982c). Dans l'État de New York, la formation équivalente est la Cumberland Head Argillite (Fisher, 1968, 1977).

Brèches de Havelock et de Lacolle

Les brèches de Havelock (unité 29) et de Lacolle (unité 30) ont été formées de façon similaire. Il s'agit d'une série de brèches de talus parallèles, développées le long de failles normales d'effondrement, qui forment d'étroites bandes d'environ 0,5 à 1 km de largeur à l'extrémité sud de la région. On retrouve, échelonnée à l'intérieur de ces bandes, une série de monticules composés de brèche résistante.

La brèche de Havelock est surtout composée de grès dolomitique et de fragments de grès quartzitique. À Havelock même, on y trouve d'énormes blocs de calcaire de Trenton (figure 18). L'altération de la roche est en général brunâtre. La matrice est généralement siliceuse et à grain fin. Les bioclastes appartiennent surtout aux Formations de Cairnside et de Theresa.

La brèche de Lacolle, pour sa part, s'étend sur 12,5 km le long de la faille de Tracy Brook (figure 19). Sa composition varie du sud au nord. En effet, dans la partie sud de la

FIGURE 18 — Bloc composé d'un banc entier de calcaire de Trenton dans la brèche de Havelock. Affleurement situé à 1,6 km au sud de Havelock.

TABLEAU 9 — Points d'observation des fossiles de la Brèche de Lacolle

	Espèces	A*	B	C
BRACHIOPODA	*Sowerbyella sericea* (Sowerby)	—	X	X
	Rafinesquina alternata (Emmons)	—	X	X
	Platystrophia sp.	—	X	X
GASTEROPODA	*Hormotoma gracilis* Hall	X	—	—
	Lophospira cf. *perforata* Ulrich et Scofield	X	—	—
	Schizolopha cf. *moorei?* Ulrich	X	—	—
	Fusispira sp.	X	—	—
	Tetranota sp.	X	—	—
OSTRACODA	*Leperditia* ou *Isochilina* sp.	X	X	X
TRILOBITA	*Pterygometopus* sp.	—	X	—
	Cryptolithus sp.	—	X	X
	Cryptolithus tessellatus (Green)	—	X	—
	Encrinurus? sp.	—	X	—
	Homotelus sp.	—	X	—

* A — Village de Lacolle; Clark & McGerrigle (1936). B — 800 m au sud de Lacolle; Clark & McGerrigle (1936). C — Globensky (1981a).

FIGURE 19 — Brèche de Lacolle. Parc municipal de la ville de Lacolle. Blocs de calcaire (plus pâle), de dolomie et de dolomie arénacée dans une pâte composée de grains plus petits, localement conglomératiques.

brèche, les fragments de dolomie et de dolomie arénacée prédominent; à Lacolle même, 50% de ces fragments sont des calcaires qui vont prédominer plus au nord.

D'après les fossiles trouvés dans les fragments, les deux brèches ont été mises en place au plus tard à l'Utica, et probablement même dès la fin du Trenton. La brèche de Lacolle n'est pas plus ancienne que le Black River (*Sowerbyella sericea*) et son âge se situe probablement à la fin du Trenton (*Lophospira perforata*).

Des nombreux fossiles furent découverts dans la brèche de Lacolle et nous en donnons la liste dans le tableau 9.

Formation de Stony Point

La Formation de Stony Point (unité 31), d'origine océanique, est essentiellement composée de mudstone calcareux gris foncé, interstratifié de minces lits (2 à 10 cm) de calcaire argileux, gris pâle, à grain très fin, et de quantité négligeable de shale gris foncé (figures 20 et 21).

Cette formation n'est présente que dans la région au SW de Montréal, à proximité du lac Champlain. La coupe-type de la Formation de Stony Point se trouve à Stony Point au lac Champlain dans l'État de New York.

La faune du Stony Point se compose du trilobite *Triarthrus beckii* (planche 14-A), de nombreux graptolites, entre autres *Uticacograptus typicalis*, *Climacograptus spiniferus* (planche 16-C et D) et *Orthograptus quadrimucronatus micracanthus* et de quelques rares céphalopodes. Un âge utica inférieur, plus précisément la zone à *Climacograptus spiniferus*, est déterminé par cette faune (voir Globensky, 1981a, p. 50). Une liste de fossiles du Stony Point est donnée au tableau 10.

FIGURE 20 — Formation de Stony Point. Carrière Clarenceville à Clarenceville. Mudstone laminé, calcareux, gris foncé, interstratifié de minces lits de calcaire argileux gris pâle.

TABLEAU 10 — Fossiles de la Formation de Stony Point

Espèces	Espèces
CEPHALOPODA	*Orthograptus quadrimucronatus* (Hall)
Orthocones	*Orthograptus quadrimucronatus micracanthus* Elles et Wood
TRILOBITA	*Dicellograptus flexuosus* Lapworth
Triarthrus beckii (Green)	*Dicranograptus nicholsoni* cf. *minor* Bulman
GRAPTOLITHINA	*Cryptograptus insectiformis* (Ruedemann)
Uticagraptus pygmaeus (Ruedemann)	*Neurograptus margaritatus* (Lapworth)
Climacograptus typicalis Hall	*Orthograptus quadrimucronatus* var. *inequispinosus* (Ruedemann)
Amplexograptus praetypicalis Riva	*Orthograptus cornutus* (Ruedemann)
Climacograptus spiniferus Ruedemann	*Orthoretiolites* sp.
Climacograptus caudatus (Lapworth)	*Callograptus compactus* (Walcott)
Dicranograptus ramosus (Hall)	*Dictyonema?*
Orthograptus amplexicaulis (Hall)	*Mastigograptus gracillimus* (Lesquereux)
Orthograptus ruedemanni (Gurley)	*Leptograptus flaccidus* (Hall)
Climacograptus putillus (Hall)	
Corynoides americanus (Ruedemann)	

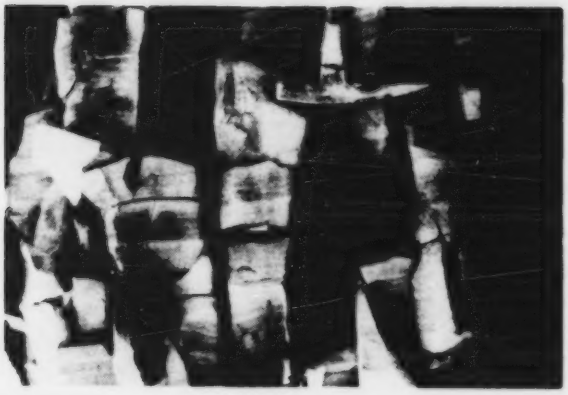


FIGURE 21 — Détails de la stratification de la figure 20 montrant le mudstone calcareux interstratifié de lamines de calcaire argileux gris pâle.

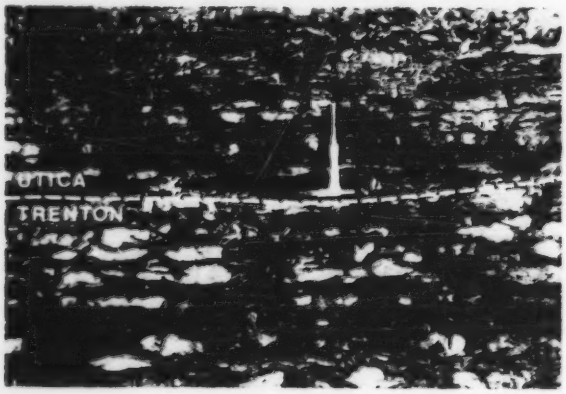


FIGURE 22 — La tête du marteau repose sur le contact entre la partie basale des lits de l'Utica à litage uniforme (au-dessus) et la partie supérieure du calcaire de Trenton à litage ondulant (en-dessous). Rivière Jacques-Cartier en aval du pont Blanc, lequel est situé à 1,5 km au SE du village de Pont-Rouge.

Shale d'Utica

Dans la partie supérieure du Groupe de Trenton, c'est-à-dire au sommet du Tétreauville ou du Neuville, les calcaires deviennent de plus en plus argileux, dû probablement à l'approfondissement du bassin. Dans la partie SW des Basses-Terres, la transition des calcaires du Trenton aux shales noirs plus ou moins calcareux de l'Utica est abrupte (région de Montréal); elle est beaucoup plus graduelle vers le NE, à partir des régions de Neuville et de la rivière Jacques-Cartier (figure 22). Ce passage graduel a aussi été appelé le Membre de Delisle (figure 23).

Le Shale d'Utica (unité 32), auparavant appelé Formation de Lachine dans la région de Montréal, consiste en shale noir à brun foncé, calcareux. Il se retrouve surtout sur le côté nord du fleuve Saint-Laurent ainsi que sur le côté sud dans la région de Montréal. Quant à la Formation de Lotbinière (unité 35), anciennement associée au Shale d'Utica, elle est présente dans la région de Lotbinière, à Pointe au Platon ainsi qu'aux Chutes Montmorency et à Beaupré dans la région de Québec. Elle fait maintenant partie du Groupe de Sainte-Rosalie (voir page 26).

Le Shale d'Utica des Basses-Terres est d'âge utica supérieur (zone à *Climacograptus spiniferus* Riva, 1969), tandis que la Formation de Lotbinière (unité 35) est d'âge utica inférieur et supérieur (Belt *et al.* 1979). On retrouve cependant du Shale d'Utica d'âge utica moyen et inférieur (autrefois appelé Canajoharie) au sud d'Iberville, près du lac Champlain, dans les puits Lozo Joseph # 1 et 2 (Riva, 1969).

La faune de l'Utica est composée en grande partie de graptolites surtout *Climacograptus*, *Leptograptus* et *Orthograptus* (tableau 11). Les graptolites typiques de l'Utica

FIGURE 23 — Coupe du ruisseau Delisle à 1.8 km à l'ouest du quai de Neuville. Interlits de calcaire micritique magnésien à couleur orangée dans des shales noirs à brun foncé de l'Utica inférieur. Cette partie de l'Utica a été appelée localement Membre de Delisle. Ce terme n'est maintenant presque plus utilisé.

sont *Uticagraptus typicalis*, *Amplexograptus praetypicalis* (planche 16-B) et *Climacograptus spiniferus* (planche 16-C et D). D'autres fossiles que l'on retrouve régulièrement sont le trilobite *Triarthrus beckii* (planche 14-A), le petit brachiopode *Leptobolus insignis* (planche 14-B) et le céphalopode *Geisonoceras tenuistriatum* (planche 17-B). Dans le passage graduel Trenton-Utica, sur la rivière Jacques-Cartier, la faune est d'âge canajoharie supérieur, tel que démontré par la présence de *Orthograptus ruedemanni*. La faune de l'Utica supérieur, caractérisée par *Climacograptus spiniferus* (planche 16-C et D), apparaît à 8 m au-dessus du contact Trenton-Utica (Riva, 1969 p. 527). Une discordance sépare le Trenton de l'Utica, à partir de la rivière du Moulin, à Grondines. Cette discordance devient plus marquée vers le SW car à l'Épiphanie et dans la baie Georgienne, la partie supérieure de l'Utica repose directement sur le Trenton.

La puissance du Shale d'Utica est d'environ 120 m mais elle augmente vers le lac Champlain (extrémité sud de la carte) où une épaisseur de 610 m a été mesurée. La coupe-type du Shale d'Utica est dans la ville d'Utica de l'État de New York. Dans le NE de l'Ontario, la formation équivalente est la Formation de Witby (Liberty, 1955).

Le Shale d'Utica représente une sédimentation océanique en eau profonde. Les argiles nécessaires à sa formation proviendraient des Appalaches qui se soulevaient et qui répandaient leurs produits d'érosion dans la partie submergée de la partie NE de l'Amérique du Nord.

TABLEAU 11 — Fossiles du Shale d'Utica

Espèces	Espèces
COQUILLES CONOÏDALES	**MEROSTOMATA**
Cornulites flexuosus (Hall)	Fragment d'euryptéridés
COELENTERATA	**GRAPTOLITHINA**
Glyptoconularia splendens (Hall)	*Dicranograptus nicholsoni* Hopkinson
BRACHIOPODA	*Amplexograptus praetypicalis* Riva
Leptobolus insignis Hall	*Uticagraptus typicalis* (Hall)
Lingula sp.	*U. typicalis magnificus* (Twenhofel)
CEPHALOPODA	*U. typicalis posterus* (Ruedemann)
Geisonoceras tenuistriatum (Hall)	*U. pygmaeus* (Ruedemann)
Brévicone de Céphalopodes	*Climacograptus spiniferus* Ruedemann
CNIDARIA	*C. putillus* (Hall)
Sphenothallus angustifolius	*C. dorotheus* Riva
TRILOBITA	*Leptograptus flaccidus* (Hall)
Triarthrus beckii (Green)	*Orthograptus quadrimucronatus micracanthus* Elles et Wood
OSTRACODA	*O. amplexicaulis* (Hall)
Bythocypris cylindrica (Hall)	*O. ruedemann* (Gurley)
Primitiella unicornis	*O. quadrimucronatus* (Hall)
P. ulrichi	*Glyptograptus lorrainensis* (Ruedemann)
Ctenobolbina sp.	*Corynoides americanus* Ruedemann
	Pseudoclimacograptus clevensis Skoglund

Groupe de Sainte-Rosalie

Le Groupe de Sainte-Rosalie, nommé d'après le village de Sainte-Rosalie, à environ 5 km au NE de Saint-Hyacinthe, est ici proposé comme unité stratigraphique pour grouper les formations suivantes: Formation d'Iberville (unité 33); Formation de Sainte-Sabine et Formation de Les Fonds (unité 34); et Formation de Lotbinière (unité 35). Ces formations, qui affleurent principalement du côté oriental du fleuve Saint-Laurent, sont sédimentologiquement et génétiquement reliées. Dans un affluent de la rivière Yamaska qui coule à environ 3 km au NE de Sainte-Rosalie, on peut observer de bons affleurements de la Formation de Les Fonds. Nous désignons ces affleurements comme coupe-type pour le Groupe de Sainte-Rosalie.

Ces quatre formations consistent essentiellement en une succession de siltstone, mudstone, shale silteux et de lits dolomitiques. Cette séquence est présente aussi bien dans le domaine allochtone que dans la zone transitionnelle entre l'allochtone et l'autochtone. Cette bande s'étend du NE de la ville de Québec jusqu'au côté NE du lac Champlain. Cette succession représente la séquence de flysch accumulée à l'avant de l'allochtone taconique.

L'âge de ce groupe de roches varie de l'Ordovicien moyen à supérieur et comprend des formations dont la faune graptolitique s'étend de la zone à *Corynoides americanus* à la zone à *Climacograptus pygmaeus* de Riva (1969). Ce dernier graptolite est maintenant désigné comme *Uticagraptus pygmaeus* (Riva, sous presse).

FORMATION D'IBERVILLE

Cette formation (unité 33) consiste en un mudstone feuilleté, non calcareux, gris foncé, rythmiquement interstratifié de lamines de siltstone dolomitique ou encore de véritables lits de dolomie brun orangé à grain fin. Les affleurements affichent une rythmicité très régulière du litage (figures 24 et 25). Un système de clivage serré recoupe ce litage, produisant, par endroits, des amas de petits bâtonnets. De très beaux affleurements de cette formation peuvent être observés le long de la baie de Venise (Venise-en-Québec) et à la pointe Jameson.

La Formation d'Iberville provient de l'érosion de montagnes taconiques émergeantes (Appalaches). Elle est équivalente, sinon identique, aux Shales d'Iberville de la vallée de Champlain de l'État de New York.

La faune de la Formation d'Iberville est composée exclusivement de graptolites, sauf pour quelques fragments de trilobite (voir tableau 12). Ces graptolites se situent surtout à la fin de la zone à *Climacograptus spiniferus* (planche 16-C et D) et au début de la zone à *Uticagraptus pygmaeus* (planche 15-C et D; planche 16-A). Par conséquent un âge Utica supérieur est indiqué. Les fossiles sont difficiles à dégager à cause de la nature cassante de la roche.

FIGURE 24 — Formation d'Iberville à baie de Venise, Venise-en-Québec. Mudstone non calcareux interstratifié de bandes dolomitiques orangées. À noter la rythmicité régulière du litage ainsi que le système de clivage serré qui le recoupe.

FIGURE 25 — Détails de la stratification de la figure 24 montrant le mudstone non calcareux, gris, rythmiquement interstratifié de lamines de siltstone dolomitique et de minces lits de dolomies brun orangé.

FORMATIONS DE SAINTE-SABINE ET DE LES FONDS

Ces deux formations (unité 34) forment une bande flyschoïde qui s'étend en direction NE, de la baie Missisquoi jusqu'à un peu au nord de la ville de Québec.

La Formation de Sainte-Sabine est composée de 80% d'ardoises en lits de 10 cm à 1 m d'épaisseur et de 20% d'interlits de sédiments détritiques et dolomitiques de 1 à 10 cm d'épaisseur (figure 26). On trouve localement du calcaire argileux et du mudstone calcareux, en bancs massifs ou laminés, dans la formation. Cette portion est surtout présente dans la carte de Sutton (Charbonneau, 1980). L'ardoise, pour sa part, varie en composition et peut être:

- argilo-calcareuse, gris foncé, à altération grisâtre ou gris clair blanchâtre;

- argilo-dolomitique, grise, à altération brune;
- argilo-calcareuse et dolomitique, grise, à altération brunâtre ou gris clair brunâtre;
- argileuse, gris noirâtre, à altération gris foncé.

Les interlits peuvent être des:

- grès carbonatés, gris, à altération brune;
- mudstones et dolomies silteuses, gris, à altération brun orangé;
- calcisiltites grises, à altération brune;
- calcirudites grises à altération brune;
- calcarénites gréseuses, grises à altération brunâtre.

La faune d'Utica observée dans la Formation de Sainte-Sabine est composée uniquement de graptolites variant de *Corynoides americanus* à *Climacograptus spiniferus* (tableau 13). Si l'on compare la faune graptolitique des

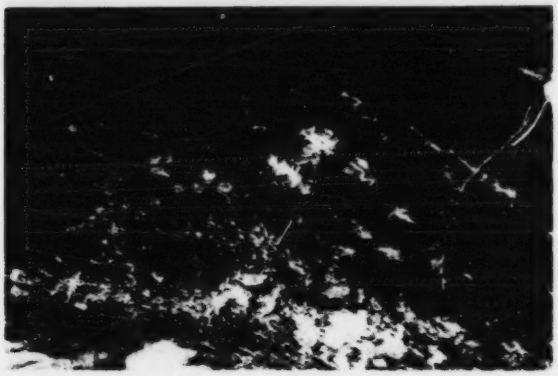


FIGURE 26 — Formation de Sainte-Sabine. Ardoises argileuses gris foncé à noires et interlits de dolomie silteuse, dense, à couleur d'altération beige. Rive est de la baie Missisquoi à Philipsburg.

TABLEAU 12 — Points d'observation des fossiles de la Formation d'Iberville

	A	B	C	D	E	F	G
TRILOBITA							
Fragments observés	X	—	—	—	—	—	—
GRAPTOLITHINA							
Uticagraptus pygmaeus (Ruedemann)	—	X	X	—	X	—	—
Uticagraptus typicalis (Hall)	X	X	X	X	X	X	—
Orthograptus quadrimucronatus (Hall)	—	X	X	—	—	—	—
Orthograptus quadrimucronatus micracanthus Elles et Wood	X	—	—	—	—	—	—
Glyptograptus sp.	—	—	X	X	—	—	—
Diplograptus sp.	—	—	X	—	—	—	—
Orthograptus cf. *amplexicaulis* (Hall)	—	—	X	—	—	—	—
Glyptograptus n. sp.	—	—	—	—	—	—	X
Amplexograptus praetypicalis Riva	—	—	X	—	X	X	—

A: Venise-en-Québec; B: Henryville; C: Saint-Sébastien; D: Saint-Alexandre; E: rivière aux Brochets (près de Malmaison); F: Notre-Dame-de-Stanbridge; G: ruisseau au sud de Dairy Valley.

TABLEAU 13 — Faune graptolitique de la Formation de Sainte-Sabine

Espèces	A	B	C	D	E	F	G
Climacograptus spiniferus Ruedemann	X	X	X	X	—	X	X
Amplexograptus praetypicalis Riva	—	—	X	X	—	—	—
Uticagraptus typicalis Hall	X	—	—	—	—	—	—
Climacograptus putillus (Hall)	X	—	—	—	—	—	—
Climacograptus caudatus Lapworth	X	—	—	X	—	—	—
Climacograptus sp.	X	—	—	—	—	X	—
Corynoides americanus (Ruedemann)	X	—	—	—	—	—	—
Dicranograptus nicholsoni cf. *minor* Bulman	—	X	—	—	—	—	—
Glyptograptus ou *Climacograptus* sp. (déformé)	—	—	—	—	X	—	—
Glyptograptus sp.	X	—	—	—	—	—	—
Orthograptus amplexicaulis (Hall)	X	X	—	—	—	—	—
Orthograptus quadrimucronatus micracanthus Elles et Wood	—	X	—	—	—	—	—
Orthograptus cf. ruedemanni (Gurley)	X	—	—	—	—	—	—
Orthograptus calcaratus basilicus Elles et Wood	X	—	—	—	—	—	—
Orthograptus calcaratus sous-espèce	X	—	—	—	—	—	—

A — Ruisseau aux Morpions; B — Ruisseau au SE de Sainte-Sabine; C — Ruisseau au NE de Standbridge-Station; D — Ruisseau à l'est de Standbridge-Station; E — Coupe de chemin à 2,4 km au NE de Philipsburg; F — Coupe de chemin à 4 km au NE du quai de Philipsburg; G — Rive de la Baie Missisquoi, au SW du quai de Philipsburg.

Formations de Stony Point, Iberville et Sainte-Sabine (tableau 14), on s'aperçoit que les trois formations sont essentiellement contemporaines et appartiennent aux zones à *Corynoides americanus*, *Orthograptus ruedemanni*, *Climacograptus spiniferus* et à *Uticagraptus pygmaeus* (Globensky, 1981a, p. 68).

La Formation de Sainte-Sabine est équivalente à la Formation de Les Fonds (Clark & Globensky, 1973, 1976c) des régions de Bécancour, Aston et Portneuf. On trouve dans cette dernière les mêmes lithologies bien que les faciès soient plus ardoisiers et plus dolomitiques. La faune graptolitique est également identique (Clark & Globensky, 1976c, p. 13). Ces deux formations représentent donc la même bande et consistent en écailles imbriquées et plissées de roches autochtones, coincées entre deux failles de chevauchement: la ligne de Logan au SE et la faille d'Aston au

TABLEAU 14 — Faune graptolitique de l'Utica

	Formation de Stony Point										Formation d'Iberville							Formation de Sainte-Sabine				
ESPÈCES / LOCALITÉS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
Uticagraptus pygmaeus (Ruedemann)	X	X										X	X	X								
Uticagraptus typicalis (Hall)	X	X	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X		X					
Amplexograptus praetypicalis Riva	X	X			X													X	X			
Climacograptus spiniferus Ruedemann	X		X	X		X	X	X		X							X	X	X	X	X	
Climacograptus caudatus (Lapworth)	X	X						X									X		X			
Climacograptus putillus (Hall)	X	X	X														X	X				
Climacograptus sp.		X															X			X		
Glyptograptus ou																X					X	
Climacograptus sp. (déformé)																						
Dicranograptus ramosus (Hall)	X								X									X				
Dicranograptus nicholsoni																						
cf. *minor* Bulman	X			X	X		X										X	X				
Orthograptus amplexicaulis (Hall)		X	X				X															
Orthograptus ruedemanni (Gurley)			X														X					
Orthograptus calcaratus basilicus																						
Elles et Wood																X						
Orthograptus quadrimucronatus (Hall)	X	X	X								X							X				
Orthograptus quadrimucronatus																						
micracanthus Elles et Wood			X	X	X		X	X	X	X												
Orthograptus quadrimucronatus																						
cornutus Ruedemann			X																			
Orthograptus quadrimucronatus																						
var. *inequispinous* (Ruedemann)	X	X																				
Orthograptus sp.	X	X	X															X				
Orthoretiolites sp.	X	X																X				
Corynoides americanus (Ruedemann)			X																			
Dicellograptus flexuosus Lapworth							X															
Cryptograptus insectiformis (Ruedemann)	X	X	X				X															
Callograptus compactus (Walcott)	X	X																				
Dictyonema?	X	X																				
Mastigograptus gracillimus (Lesqueraux)		X																				
Leptograptus flaccidus (Hall)	X	X																				
Neurograptus margaritatus (Lapworth)			X	X																		
Glyptograptus sp.	X											X	X					X				

A — Puits Logo # 1; B — Puits Logo # 2; C — Puits Senegon # 1; D — Saint-Valentin (N); E — Rivière Lacolle; F — Miranda; G — Noyan; H — Clarenceville (NW); I — Clarenceville; J — Henryville (SE); K — Venise-en-Québec; L — Henryville (NW); M — Saint-Sébastien; N — Saint-Alexandre (NW); O — Rivière aux Brochets; P — Notre-Dame-de-Stanbridge; Q — Ruisseau à 0.8 km au sud de Dairy Valley; R — Ruisseau aux Morpions; S — Ruisseau au NE de Stanbridge-Station; T — Ruisseau à l'est de Stanbridge-Station; U — Coupe du chemin au NE de Philipsburg; V — Rive de la baie Missisquoi.

NW. On doit aussi noter que l'équivalent du Sainte-Sabine et du Les Fonds dans la région de Charlevoix est la Formation de Cap Martin (Rondot, 1972). Tout en restant flyschoïde, la lithologie du Sainte-Sabine et du Les Fonds varie quelque peu: elle est plutôt ardoisière et dolomitique, avec lits de turbidites dans la région du lac Champlain et devient nettement plus flyschoïde et gréseuse en allant vers La Malbaie, dans la région de Charlevoix.

FORMATION DE LOTBINIÈRE

Cette formation (unité 35) consiste en shales gris foncé, laminés et micacés, dont la coupe-type se trouve dans des falaises de la rive sud du fleuve Saint-Laurent, entre Pointe-au-Platon et le village de Lotbinière (figures 27 et 28). Sa puissance est d'au moins 100 à 130 m à la localité-type et elle atteint 200 m aux chutes Montmorency. Cette formation subit graduellement quelques modifications vers le NE. Aux chutes Montmorency, elle contient des lamines gréseuses dans les shales micacés silteux mais pas de véritables lits de grès. Près du sommet des chutes, des lits dolomitiques gréseux à altération beige, apparaissent dans les shales, (Belt *et al.* 1979).

La faune consiste essentiellement en graptolites (tableau 15). Aux chutes Montmorency, la formation appartient entièrement à la zone à *Climacograptus spiniferus* (Riva, 1969).

FIGURE 27 — Formation de Lotbinière dans la falaise de la Pointe-au-Platon, située à 44 km au SW de la ville de Québec sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent. Shale gris foncé laminé et micacé avec interlits de grès.

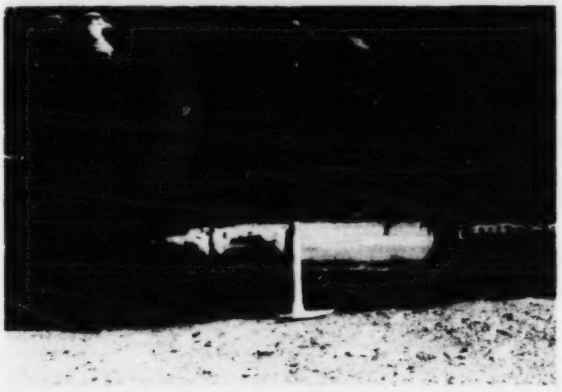


FIGURE 28 — Vue détaillée d'un des lits de grès à altération beige de la figure 27.

Groupe de Lorraine

Le Groupe de Lorraine consiste en une interstratification de shale gris moyen à foncé, de grès, de siltstone et de calcaire. C'est le groupe le plus épais et le plus répandu des Basses-Terres du Saint-Laurent. On y trouve une abondance de structures sédimentaires primaires, telles les empreintes de charge. Le contenu en carbonate augmente vers le sommet. Les parties médiane et supérieure du Groupe de Lorraine représentent un environnement de moins en moins profond, passant éventuellement aux lits rouges non marins de la Formation de Bécancour.

La coupe-type du Groupe de Lorraine se trouve le long du «Lorraine Gulf», près de Lorain, comté de Jefferson, État de New York. Elle comprend de la base au sommet: le Shale de Whetstone Gulf (Shale de Frankfort), la Formation de Pulaski et le Grès d'Oswego.

Au Québec, le Groupe de Lorraine comprend la Formation de Nicolet et la Formation de Pontgravé susjacente.

FORMATION DE NICOLET

La Formation de Nicolet (unité 36) est surtout composée de shale gris, silteux et micacé, contenant des interlits de grès à grain fin, de siltstone et de calcaire gréseux (figure 29). Les lits minces de grès à grain fin, de couleur grise, sont généralement lenticulaires et discontinus (figure 30). Le shale est mou, bleu-noir et fissile; il se défait en fragments lenticulaires. Le siltstone est argileux. Dean & Weber (1961) rapportent des valeurs géochimiques variant comme suit à l'intérieur de la formation: le titane augmente en pourcentage de la base au sommet et un intervalle riche en manganèse est présent dans la partie supérieure.

La faune du Nicolet est composée de façon prédominante de mollusques, de brachiopodes, de trilobites et de graptolites (tableau 16). Il s'agit alors d'une faune benthonique, nektonique et planktonique. Les lits de calcaire comportent des spécimens de brachiopode, trilobite et crinoïde (planche 18-A) représentant une communauté infralitto-

TABLEAU 15 — Fossiles de la Formation de Lotbinière

Espèces	Espèces
COQUILLES CONOÏDES	**OSTRACODA**
Cornulites flexuosus (Hall)	*Bythocypris cylindrica* (Hall)
COELENTERATA	*Primitiella unicornis*
Glyptoconularia splendens (Hall)	*P. ulrichi*
BRACHIOPODA	*Ctenobolbina* sp.
Leptobolus insignis Hall	**MEROSTOMATA**
Lingula sp.	Fragment d'Euryptéridés
GASTEROPODA	**GRAPTOLITHINA**
Archinacella sp. cf. *A. patelliformis*	*Amplexograptus praetypicalis* Riva
Oxydiscus sp.	*Dicranograptus* cf. *D. nicholsoni* Bulman
CEPHALOPODA	*Orthograptus amplexicaulis* (Hall)
Geisonoceras tenuistriatum (Hall)	*O. quadrimucronatus micracanthus* Elles et Wood
Brévicone de céphalopodes	*O. ruedemanni* (Curley)
CNIDARIA (Conulata)	*Uticagraptus typicalis* (Hall)
Sphenothallus angustifolius (Hall)	*U. pygmaeus* (Ruedemann)
TRILOBITA	*Climacograptus spiniferus* Ruedemann
Triarthrus beeckii (Green)	*C. putillus* (Hall)

rale. Les lits terrigènes, pour leur part, sont pourvus d'abondants pélécypodes et gastéropodes et de quelques céphalopodes et graptolites. À ce sujet, voir Bretsky & Bretsky (1975), Walters (1977), Walters *et al.* (1982).

On trouve généralement en abondance le gastéropode *Murchisonia (Hormotoma) beatrice* (planche 18-B) et les pélécypodes *Byssonychia radiata* (planche 18-C) et *Pholadomorpha chambliensis* (planche 18-D).

La Formation de Nicolet repose sur le Shale d'Utica (unité 32) dans la partie NW de la plateforme et sur la Formation de Lotbinière (unité 35) au SE. Le contact est graduel dans les deux cas. Le contact Nicolet – Lotbinière peut être observé seulement à Pointe-au-Platon. Plus au SE, la faille de chevauchement d'Aston a mis les Formations de Sainte-Sabine et de Les Fonds en contact avec le Nicolet.

La Formation de Nicolet est l'équivalent de la Formation de Carlsbad de la partie NE de l'Ontario (Williams *et al.*, 1982a, 1982b, 1982c). Cette formation est la plus épaisse des Basses-Terres du Saint-Laurent; sa puissance atteint 760 m le long de la rivière Nicolet (figure 29), au sud de Trois-Rivières. Ce dernier endroit est la coupe par excellence du Nicolet.

Il existe une controverse au sujet de l'origine de cette formation. Il y a deux hypothèses: d'une part, selon Beaulieu *et al.* (1980), il s'agit d'un flysch typique et, d'autre

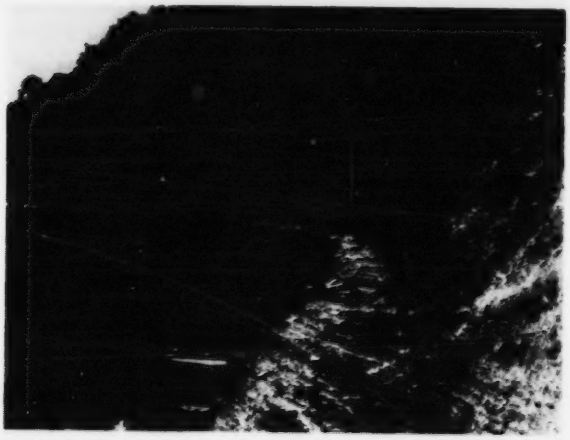


FIGURE 29 — Formation de Nicolet, à la coupe-type sur la rive nord de la rivière Nicolet. Falaise à environ 3,1 km en amont de Sainte-Monique. Shale gris avec interlits de grès, de siltstone et de calcaire.

FIGURE 30 — Formation de Nicolet. Vue rapprochée de l'affleurement de la figure 29 montrant les épais interlits de grès qui ressortent en relief sur la paroi.

TABLEAU 16 — Fossiles du Groupe de Lorraine

Espèces
ANTHOZOA
Streptelasma rusticum (Billings)
COQUILLES CONOÏDES
Cornulites flexuosus (Hall)
Cornulites sp. cf. *C. progressus*
BRYOZOA
Constellaria sp.
Amplexopora cf. *A. parva* Utgaard et Perry
Batostoma cf. *B. varians* James
Prasopora cf. *P. sardesoni* Sparling
Byothopora cf. *B. dendrina* (James)
Anaphragma cf. *A. mirabile* Ulrich et Bassler
Hallopora cf. *elegantula?* Hall
Coeloclema cf. *C. alternatum* (James)
C. commune Ulrich
Phylloporina sp.
? Stictopora sp.
Dekayia sp.
? Bythopora cf. *B. delicatula* (Nicholson)
Amplexopora cf. *A. septosa* (Ulrich)
Rhombotrypa quadrata (Rominger)
Heterotrypa cf. *H. frondosa* (*d'Orbigny*)
BRACHIOPODA
Lingula sp. cf. *L. westonensis*
Sowerbyella sericea (Sowerby)
Hebertella occidentalis (Hall)
Glyptorthis crispata (Hall)
G. sp. nov.
Platystrophia clarkesvillensis Foerste
Sowerbyella cf. *sericea* (Sowerby)
Rafinesquina alternata (Conrad)
R. mucronata Foerste
Leptaena moniquensis Foerste
Strophomena hecuba Billings
S. neglecta (James)
S. planumbona (Hall)
S. sp. nov.
Holtedahlina sulcata (De Vermneuil)
Rhynchotrema perlamellosum
Zygospira modesta (Hall)
Z. kentuckiensis James
Catazyga headi (Billings)
Catazyga sp. prob. *C. erratica* (Hall)
Paucicrura rogata (Sardeson)
Onnella meeki? (Miller)
Sowerbylla (S.) sericea (Sowerby)
? Cyclocoelia cf. *C. humilis* (Ruedemann)
Strophomena sp.
Zygospira cf. *Z. recurvirostra?* (Hall)
Rafinesquina cf. *R. mucronata* Foerste
Craniops subtruncata? (Hall)
Eoplectodonta sp.
? Cyclocoelia cf. *C. crassiplicata* Foerste

Espèces
BRACHIOPODA (suite)
? Dorytreta cf. *D. reversa* Cooper
Lingulella? sp.
Zygospira cf. *Z. kentuckiensis?* (James)
Obolus? sp.
Leptobolus insignis Hall
Pholidops subtruncata
Rafinesquina mucronata Foerste
PELECYPODA
Ctenodonta borealis Foerste
C. lorrainensis Ulrich
C. chambliensis Foerste
C. hyacinthensis Foerste
Clidophorus planulatus
C. praevolutus
Ortenella sp.
Whitella obliquata
W. goniumbonata
W. sterlingensis
W. complanata Foerste
W. moniquensis Foerste
W. securiformis Foerste
W. cf. *impressata*
Pterinea demissa (Conrad)
Cleionychia curta Foerste
Byssonychia radiata (Hall)
B. borealis
B. cf. *suberecta*
B. sp.
Colpomya faba pusilla
Cymatonota pholadis (Conrad)
C. lenior Foerste
C. recta Ulrich
C. sp.
Modiolopsis modiolare (Conrad)
M. borelis Foerste
M. concentrica Hall et Whitfield
Orthodesma postplicatum
O. pulaskiensis
Pholadomorpha pholadiformis (Hall)
P. subtruncata
P. chambliensis Foerste
Rhytimya oehana Ulrich
R. sp.
Ambonychia radiata Hall
Ambonychia cultrata? (Ulrich)
Ambonychia praecursa (Ulrich)
Cyrtodontula sp.
Cuneamya neglecta (Meek)
C. brevor Foerste
Lyrodesma poststriatum (Emmons)
L. huquensis Foerste
Deceptrix levata (Hall)
Ctenodonta? pulechella (Hall)

TABLEAU 16 (suite) — Fossiles du Groupe de Lorraine

Espèces	Espèces
PELECYPODA (suite)	**GASTROPODA (suite)**
Pterinea demissa? (Conrad)	*?Bucania* sp.
Rhytmya compressa Ulrich	*Temnodiscus? parvus* (Ulrich)
R. radiata Ulrich	*Clathrospira subconica* (Hall)
Ctenodonta pectunculoides	**CEPHALOPODA**
C. sp. cf. *C. filistriata*	*Geisonoceras tenuifilum*
Clidophorus planulatus	*G. tenuistriatum* (Hall)
C. brevis	*Geisonoceras* sp.
C. sp. cf. *C. neglectus*	**TRILOBITA**
Colpomya faba var. *intermedia*	*Cryptolithus lorrettensis* Foerste
Lyrodesma postriatum (Foerste)	*Cryptolithus bellulus* (Ulrich)
L. major (Ulrich)	*C. recurvus* Ulrich
Nuculites «postvolutus» (Foerste)	*Triarthus huguesensis* Foerste
Praenucula sp.	*Triarthus eatoni?* (Hall)
Nuculites «brevis»	*Isoletus* sp.
Cymatonota parallela (Hall)	*Proetus chambiensis* Foerste
Nuculites «parvolutus» (Foerste)	*Calymene* sp.
Cyrtodontula huguensis (Foerste)	*Flexicalymene granulosa* (Foerste)
Cymatonota cf. *C. pussila* Foerste	*Calyptaulx* sp.
Colpomya cf. *C. pusilla* Foerste	*Flexicalymene sericea* (Conrad)
Colpomya faba? (Emmons)	**CIRIPEDIA**
Similodonta astarteformis? (Satter)	*Lepidocoleus jamesis* (Hall et Whitefield)
Nuculites postvolutus (Foerste)	**ECHINODERMA**
Palaoneilo fecunda? (Hall)	Colonnes et plaques colonnades de crinoïdes
Nuculites planulatus Conrad	**OSTRACODA**
Modiolopsis cf. *M. meafordensis* Foerste	*Millerata cincinnatiensis* (Miller)
GASTROPODA	*Leperditia* sp.
Archinacella pulaskiensis	*Ctenobolbina* cf. *emacerata*
Cyrtolites ornatus Conrad	*Jonesella* cf. *pedigera*
Sinuites cancellatus (Hall)	*Primitia* sp. ou *Laccoprimitia* sp.
Sinuites cf. *S. cancellatus* (Hall)	*Bythocypris cylindrica* (Hall)
Bucanella sp. nov.	**STRUCTURES BIOSEDIMENTAIRES**
?Bucania sp.	*Planolites* sp.
Tetranota rugosa	*Teichichnus* sp. cf. *T. venosum*
Liospira micula (Hall)	**GRAPTOLITHINA**
Temnodiscus? parvus (Ulrich)	*Uticagraptus pygmaeus* (Ruedemann)
Liospira helena (Billings)	*Uticagraptus typicalis* (Hall)
Eotomaria remotistriata Foerste	*Uticagraptus magnificus* (Twenhofel)
Clathorspira subconica (Hall)	*Orthograptus quadrimucronatus* (Hall)
Clathorspira sp.	*Climacograptus manitoulinensis* Caley
Loxoplocus (Lophospira) beatrice Foerste	*Orthograptus amplexicaulis* (Hall)
L. (L.) bowdeni	*Amplexograptus* aff. *latus* Elles et Wood
L. sp. nov.	*Diplograptus?* sp.
Murchisonia (Hormotoma) gracilis (Hall)	*Glyptograptus lorrainensis* (Ruedemann)
M. (H.) gracilis var. sublaxa Ulrich et Scofield	*Glyptograptus lorrainensis anacanthus* Bergström et Mitchell
M. (Hormotoma) beatrice Foerste Ulrich et Scofield	*Pseudoclimacograptus clevensis* Skoglund
Helicotoma sp. nov.	*Orthograptus* sp.
Cyclonema bilix conicum Miller	*Mastigograptus* sp.
Holopea insignis	
H. nicolettensis Foerste	
Pterotheca pentagona Foerste	
Sinuites cf. *S. cancellatus* (Hall)	

part, selon Belt *et al.* (1979) et Belt & Bussières (1981), il s'agit d'un faciès prodeltaïque.

FORMATION DE PONTGRAVÉ

La Formation de Nicolet passe graduellement à la Formation de Pontgravé (unité 37). On peut différencier cette dernière, cependant, par la plus grande abondance de lits de calcaire et de grès calcareux. Ces calcaires sont coquinoïdaux et sont interstratifiés de shale gréseux et localement de grès. Il y a répétition de ces trois lithologies, de façon cyclique, avec toujours les calcaires coquinoïdaux à la base (figures 31 et 32). La coupe-type se trouve sur la rivière Nicolet Sud-Ouest (anciennement appelée Pontgravé), à environ 3 km en amont de La Visitation près du site d'un barrage et d'un moulin à scie (figure 31).

Cette formation est la plus fossilifère des Basses-Terres du Saint-Laurent; elle contient une faune à coquilles très importante. La région du centre industriel de Bécancour est particulièrement fossilifère.

Il y a une abondance du corail *Streptelasma rusticum* ainsi que des brachiopodes *Catazyga headi* et *Zygospira kentuckiensis*. Ce dernier est très caractéristique de la formation ainsi que *Strophomena huronensis*. De plus, les brachiopodes *Sowerbyella sericea* (planche 19-A) et *Rafinesquina alternata* (planche 19-B), les pélécypodes *Pterinea demissa* et *Byssonychia radiata* (planche 19-B) sont habituellement présents dans cette formation (tableau 16).

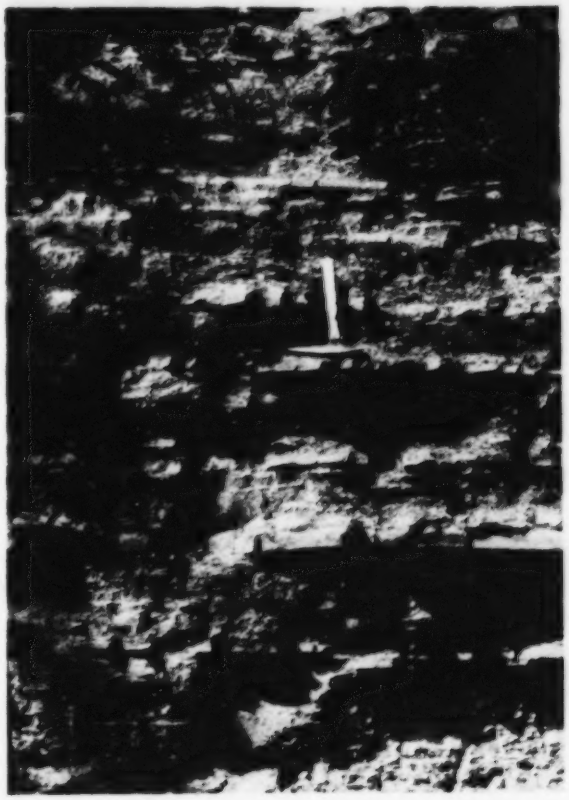


FIGURE 32 — Vue rapprochée de l'affleurement de la figure 31 montrant les nombreux interlits de calcaire fossilifère en relief sur la paroi de la falaise.

Groupe de Queenston

Le Groupe de Queenston (anciennement appelé Groupe de Richmond), est maintenant composé d'une seule formation, la Formation de Bécancour (unité 38). En effet, comme nous l'avons déjà mentionné (voir Globensky, 1985), nous considérons que la Formation de Pontgravé qui faisait anciennement partie du Richmond fait plutôt partie du Groupe de Lorraine, celle-ci ayant été déposée dans le même type d'environnement marin que ce dernier.

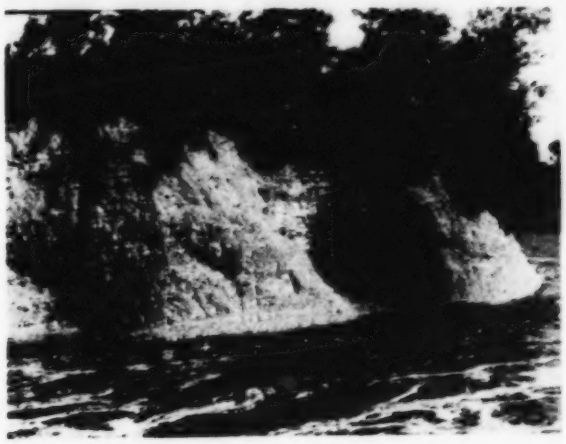


FIGURE 31 — Formation de Pontgravé. Coupe-type sur la rivière Nicolet Sud-Ouest (anciennement appelée Pontgravé), à environ 3 km en amont de La Visitation.

FORMATION DE BÉCANCOUR

La Formation de Bécancour occupe le centre du synclinal de Chambly — Fortierville. Elle est composée de dépôts continentaux et subaériens, déposés dans un delta à l'ouest de l'orogène taconique. Ces dépôts sont formés principalement de shale rouge, ici et là verdâtre, contenant quelques interlits de grès vert (faciès conglomératique à fin) ainsi que des lits de siltstones et des lentilles de gypse et d'anhydrite. Le gypse et l'anhydrite se sont formés dans un environnement évaporitique, résultant de la fermeture du bassin à la hauteur actuelle de la ville de Québec. De plus, on remarque que les interlits de grès sont plus abondants vers le sommet de la formation. On associe habituellement la Formation de Bécancour à une molasse.

Cette formation comprend à sa base un membre, le *Membre de Carmel*, lequel est composé de shale gris verdâtre, non calcareux et non marin, à stratification non apparente. Le shale est affecté par une série de clivages arqués qui se recoupent dans tous les sens (figure 33) et qui oblitèrent toute stratification.

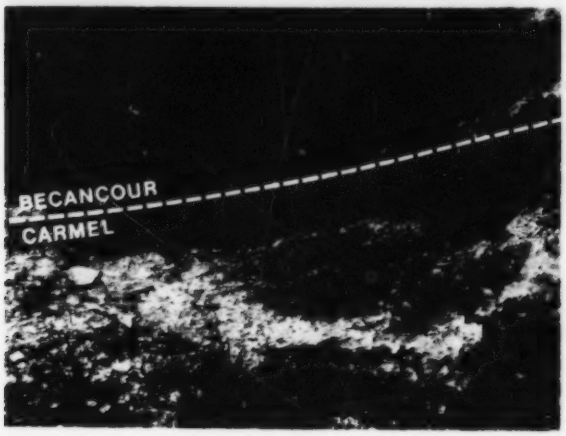


FIGURE 33 — Formation de Bécancour sur la rivière Nicolet, à environ 3 km en amont de Sainte-Monique. Passage du Membre de Carmel à la Formation de Bécancour proprement dite.

FIGURE 34 — Intrusion alcaline montérégienne, d'âge Crétacé inférieur, du mont Saint-Hilaire.

Le Bécancour est l'équivalent des Shales de Queenston de la région du lac Ontario et de la vallée du plateau Tug Hill et de la vallée de Black River dans l'État de New York. Le Bécancour est non fossilifère; il atteint 610 m d'épaisseur.

Brèche de l'île Sainte-Hélène

Dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, les roches du Dévonien inférieur n'affleurent que dans la brèche de l'île Sainte-Hélène à Montréal (unité 40). On y trouve des fragments de calcaire identiques à ceux des calcaires de l'Helderberg et de l'Oriskany de l'État de New York. Ces fragments contiennent surtout des brachiopodes tels *Concinnus* sp., *Gypidula pseudogaleata* et *Costispirifer arenosus*, *Spirifer* sp. ainsi que des coraux tels *Favosites helderbergiae*. Nous présentons au tableau 17 la liste des fossiles rapportés de cette brèche.

Intrusions montérégiennes

Les roches du Crétacé inférieur (unité 40) se rencontrent dans les collines montérégiennes (figure 34). Ces collines sont composées d'une grande variété de roches: pyroxénite, gabbro, diorite, pulaskite ainsi que des dykes et filons-couches alcalins. La datation au K/Ar donne un âge de 90 à 125 Ma, celle au «Fission-Track» donne un âge de 117 à 141 Ma d'années. Les collines montérégiennes furent probablement mises en place sous forme de laccolites qui furent mis à jour par la glaciation au Pleistocène. Pour plus de données sur ces intrusions voir, entre autres, Philpotts (1976), Valiquette & Pouliot (1977), Gold & Vallée (1969), Currie (1976) et Eby (1984, 1985).

Les intrusions montérégiennes sont entourées d'un réseau irrégulier de filons-couches et de dykes satellites qui se sont introduits dans les roches sédimentaires environnantes.

Du point de vue composition, les collines montérégiennes sont caractérisées par une forte teneur en alcalis qui résulte en grande partie de la présence, en grande proportion, de pyroxènes et d'amphiboles alcalins. Dans presque chacune d'entre elles, on remarque, du centre vers l'extérieur, une répartition de deux types principaux de roches, soit le gabbro et la syénite à néphéline, qui résultent de la différenciation du magma.

Roches cornéennes

Tout autour des collines montérégiennes, on trouve des roches cornéennes (unité 39) qui se sont formées lors de la mise en place de ces intrusions. Il s'agit, en fait, de roches du Lorraine ou du Pontgravé (figures 35 et 36) qui ont été transformées en cornéennes; celles-ci sont grises à brun

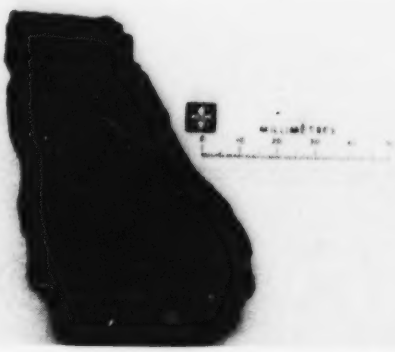


FIGURE 35 — Roche cornéenne. Shale et minces interlits de grès du Lorraine transformés en une cornéenne dense, de couleur gris foncé. Carrière Potvin, mont Saint-Bruno.

TABLEAU 17 — Zones fossiles du Dévonien de l'île Sainte-Hélène

Espèces	Espèces
HELDERBERG (Zone à *Gypidula pseudogaleata*)	ORISKANY (Zone à *Costispirifer arenosus*)
ANTHOZOA	**ANTHOZOA**
Favosites	*Chaetetes sphaericus* Hall
F. helderbergiae Hall	
BRYOZOA	**BRACHIOPODA**
Lichenalia distans Hall	*Rhipidomella oblata* Hall
L. sp. cf. *L. torta* Hall	*Levenea subcarinata* (Hall)
BRACHIOPODA	*Leptaena rhomboidalis* (Wilckens)
Orthostrophia strophomenoïdes (Hall)	*Schuchertella woolworthana* (Hall)
Schizophoria multistriata (Hall)	*Chonetes hudsonicus* var. *gaspensis* Clarke
Levenea subcarinata (Hall)	*C. striatissimus* W. & B.
Rhipidomella oblata Hall	*Uncinulus* sp. cf. *U. mutabilis* Hall
Leptaena rhomboidalis (Wilckens)	*Camarotoechia ?* sp. indet.
Strophodonta (*Strophodonta*) *arata* Hall	*Metaplasia pyxidata* (Hall)
S. (S.) beckii Hall	*Cyrtina rostrata* Hall
S. (S.) blainvillei Billings	*Acrospirifer gaspensis* (Billings)
S. (S.) perplana Hall	*Mucrospirifer mucronatus* var. *helena (Williams)*
S. (S.) planulata Hall	*Spinocyrtia montrealensis* (Williams)
Strophonella (*Strophonella*) *cavumbona* Hall	*Eatonia peculiaris* (Conrad)
S. (S.) leavenworthana Hall	*E.* sp. cf. *E. whitfield* Hall
S. (S.) punctulifera (Conrad)	*Costispirifer arenosus* (Conrad)
Amphistrophia continens Clarke	Espèces *Incertae Sedis*
Schuchertella woolworthana (Hall)	«*Spirifer*» *cumberlandiae* Hall
Gypidula pseudogaleata (Hall)	«*Spirifer*» *cycloptemus* Billings
Uncipulus planoconvexa Hall	**MOLLUSCA**
U. ventricosus (Hall)	*Tentaculites schlotheimi* Kohen
Atrypa reticularis (Linne)	*Palaeoneilo* (cf. *maxima* Clarke) *helena* Williams
Rhynchospirina formosa (Hall)	*Modiomorpha helena* Williams
Meristella laevis (Vapuxem)	
M. princeps (Hall)	
Nucleospira concinna (Hall)	
M. concinna var. *helenae* (Williams)	
Cyrtina	
C. dalmani Hall	
Manothyris. sp. cf. *N. mutabilis (Hall)*	
GASTROPODA	
Platyceras (*Platyceras*) *clavatum* Hall	

FIGURE 36 — Roche cornéenne. Shale et grès du Pontgravé transformés en une cornéenne dense, de couleur gris brun avec une altération brun rosé. Petite Caroline, mont Rougemont.

foncé en surface altérée, et gris foncé avec une teinte rosée en surface fraîche. Elles sont composées en grande partie de quartz, de cordiérite, d'oligoclase, de biotite, de muscovite, de tourmaline et d'un peu d'orthose.

Le carbonate des couches fossilifères a réagi pour former du diopside. La largeur de la zone d'affleurements des cornéennes indique que l'auréole de métamorphisme est d'une largeur minimum de 700 m. Des zones de brèche de quelque 50 m de largeur soulignent le contact entre les intrusions et les cornéennes.

Les fossiles des couches fossilifères sont habituellement conservés, et par endroits, pyritisés. De nombreux brachiopodes appartenant à l'espèce *Paucicrura rogata* ont été observés à la carrière Mont Bruno # 2 Dulude (planche 19-C), au mont Saint-Bruno.

Histoire géologique

Nous présentons ici un bref résumé des événements qui, à notre avis, ont contribué à travers les âges à la formation de la plate-forme des Basses-Terres du Saint-Laurent (voir tableau 18).

Précambrien

Les roches volcaniques et ignées précambriennes (unité 1) qui bordent les Basses-Terres du Saint-Laurent au NW (Plateau laurentien), se retrouvent sous la couverture de roches sédimentaires de la plateforme des Basses-Terres. À certains endroits de la région de Montréal, le socle précambrien perce à travers la couverture sédimentaire comme, par exemple, à Oka où les granites, la syénite, les diorites, les quartzites, les paragneiss et les calcaires recristallisés peuvent être observés entourés du grès de base de la Formation de Covey Hill. De même, deux affleurements d'anorthosite ont été rapportés dans le secteur de Cartierville de la région de Montréal.

De plus, de nombreux forages dans diverses régions des Basses-Terres viennent confirmer la présence du socle précambrien sous la couverture sédimentaire, à des profondeurs variant de 3000 à 5000 m.

Cambrien

Au début de cette période, le socle précambrien, à relief plus ou moins élevé, a subi une érosion subaérienne. En bordure du bouclier, une tectonique de blocs a résulté en la formation de petites subsidences locales, dans lesquelles se sont déposés les grès grossiers du Covey Hill. Vers le milieu de la période cambrienne, la mer a envahi ces terrains précambriens et y a déposé des sédiments mal triés de toutes sortes. Cependant, après une série de triage et

TABLEAU 18 — Histoire géologique des Basses Terres du Saint-Laurent

Ère	Période	Million d'années	Événements
	Quaternaire	1	Glaciation continentale et formation de la mer Champlain
Cénozoïque	Tertiaire	60	Érosion
	Crétacé		Activité ignée associée au rift-Atlantique. Formation des collines montérégiennes et dykes, filons-couches et brèches associés. Failles E-W.
Mésozoïque			
	Jurassique		Érosion
	Triassique	200	Érosion
	Permien	280	Érosion
	Carbonifère	345	Érosion
	Dévonien	395	Courte invasion de la mer et déposition de calcaire
	Silurien	430	Émergence et érosion
Paléozoïque	Ordovicien		— Dépôt des shales rouges et des grès du Queenston et évaporites associées — Fermeture de la mer à la hauteur de Québec par le soulèvement des Appalaches — Dépôt des strates du Lorraine et de l'Utica — Formation des monts taconiques par la montée du géosynclinal des Appalaches (orogénie taconique) — Dépôt des calcaires de Trenton (transgression maximale) — Poursuite de la transgression — Dépôt des roches des Groupes de Black River et de Chazy — Transgression graduelle de la mer — Discordance majeure — Dépôt des dolomies du Groupe de Beekmantown dans une mer peu profonde de type lagon
	Cambrien	500	Régression marine Déposition des grès du Potsdam
		700	Invasion marine
Précambrien	Tardif		Plateau laurentien (Précambrien)
		1500	Érosion longue et continue des terrains montagneux
	Précoce	4000 ±	Socle igné et volcanique — Roches cristallines

lavage dus à l'action des vagues, ces sédiments devinrent des sables et des graviers qui formèrent les grès et conglomérats du Groupe de Potsdam. Vers la fin du Cambrien, la mer commença à se retirer.

Ordovicien

Au début de la période ordovicienne, la mer était peu profonde et est même devenue de type lagon, ce qui a favorisé la déposition de la dolomie des Groupes de Beekmantown et de Chazy.

Pendant la période ordovicienne, il y eut, sur l'ancienne plate-forme du Saint-Laurent, une série de transgressions et régressions de la mer. Naturellement, lors des régressions, il y eut dépôt des sédiments détritiques qui se transformèrent par la suite en lits de grès et, lorsque la profondeur fut assez grande, des calcaires commencèrent à se former. Il s'agit des calcaires du Groupe de Trenton, qui atteignirent une puissance considérable à l'Ordovicien moyen, période de submersion maximale. La mer va alors très loin sur le bouclier, soit jusqu'au lac Saint-Jean.

À la fin de l'Ordovicien moyen, le soulèvement du géosynclinal des Appalaches (formation des monts Taconiques) amena une déposition rapide et abondante d'argile océanique sur la plate-forme du Saint-Laurent. Cette argile donna lieu à la formation de shales qui constituent en grande partie le Shale d'Utica. Par la suite, des sédiments plus grossiers, de type flyschoïde, formeront les Groupes de Lorraine et de Queenston.

Le soulèvement du géosynclinal des Appalaches a atteint son paroxysme à l'orogénèse taconique qui a plissé et faillé les roches de la plate-forme du Saint-Laurent. Éventuellement des écailles de roches appalachiennes chevaucheront ces roches. La subsidence qui commence au Trenton se poursuit jusqu'au Lorraine. Au Bécancour, la mer était fermée et il y avait évaporation si on en juge par les dépôts d'argile versicolores et rouges et les dépôts de gypse qui dénotent un climat aride et évaporitique.

Silurien

Les données en ce qui concerne la fin du Paléozoïque et le début de l'ère mésozoïque sont fragmentaires. Il semblerait qu'au Silurien, la mer se retira et qu'il y eut érosion profonde.

Dévonien

Au Dévonien, une nouvelle transgression de la mer a favorisé le dépôt des calcaires. Les roches dévoniennes n'affleurent cependant que sous forme de fragments dans la brèche de l'île Sainte-Hélène à Montréal. On suppose que cette brèche est apparentée aux intrusions montérégiennes.

Par la suite, une longue période d'érosion s'est installée et a duré du Carbonifère jusqu'au Crétacé.

Crétacé

Au début du Crétacé, une série d'intrusions se mirent en place: Oka, Mont Royal, Saint-Bruno, Saint-Hilaire, Rougemont, Saint-Grégoire (Johnson), Yamaska, Shefford et Brome. Elles furent nommées Collines montérégiennes par Adams en 1903. Une partie de la montagne d'Oka (Gold & Vallée, 1969) ainsi que la colline de Saint-André-Est (Globensky, 1982b) et peut être une partie du mont Mégantic, à savoir l'anneau de gabbro (Eby, 1984), font aussi partie de cette série de collines.

De plus, une autre intrusion est présente à Grand Bois, à 4 km à l'ouest du mont Saint-Grégoire. Celle-ci n'a cependant pas atteint la surface. On peut facilement l'observer sur la carte aéromagnétique de cette région. À ce sujet voir Kumarapeli *et al.* (1968).

Tertiaire

Au Crétacé moyen et tardif, l'érosion a commencé à affecter la région. Cette érosion s'est continuée jusqu'à la fin du Tertiaire.

Quaternaire

Le Quaternaire marque les débuts de la glaciation et par la suite, la mise en place de dépôts glaciaires.

À la suite du retrait du glacier, les Basses-Terres étaient occupées par la mer Champlain qui s'était formée à partir de l'eau de fonte du glacier. Cette mer a précipité des argiles marines et des sables qui ont recouvert les dépôts glaciaires plus anciens.

Par la suite, la mer Champlain se retira pour laisser les Basses-Terres du Saint-Laurent dans un état à peu près semblable à ce que nous observons de nos jours.

Récapitulation

En résumé, il est évident que les diverses transgressions et régressions qui ont pris place sur la plate-forme du Saint-Laurent (aussi appelée par certains auteurs plate-forme laurentienne) ont laissé une séquence stratigraphique qui témoigne de ces événements. Celle-ci est comme suit:

- À la base, le socle précambrien est recouvert de sédiments détritiques grossiers provenant de l'érosion, de la désintégration et du lavage et triage sur de longues périodes de temps des roches pré-existantes.
- Au-dessus, se déposèrent les carbonates (dolomie et calcaire), en grande partie d'origine physico-chimique, inorganique et biochimique, qui se sont formés en mer relativement profonde.
- Pour terminer cette séquence, les roches argileuses telles les shales et les siltstones ont recouvert les calcaires. Ces sédiments très fins résultent d'une longue décomposition qui les amena en eaux très profondes où ils se déposèrent.

Introduction

Les roches des Appalaches de la bordure SE de notre carte ne seront pas décrites en détail car elles ne font pas l'objet de ce travail. Les informations ont été tirées de différents auteurs dont Globensky (1978, 1981a), Charbonneau (1980), Clark (1977), Lespérance (1963) et Osborne & Saint-Julien (1973).

Considérations sur la terminologie

Nous voulons ici faire une mise au point en ce qui concerne la Ligne de Logan et les Formations de Citadelle et de Bourret.

LIGNE DE LOGAN

Tel que nous l'avons déjà souligné dans un autre ouvrage (Globensky, 1981a, p. 160), le nom de «Ligne de Logan» est le nom populaire, d'usage courant, pour ce qui a été appelé originellement par Logan & Selwyn (1886) la «Saint Lawrence and Champlain Fault». Clark (1951) a rendu formel l'usage de «Ligne de Logan» en la définissant et en traçant son extension jusqu'à la ville de Québec.

Le terme «faille de Logan» a aussi été utilisé couramment mais n'est pas recommandé parce qu'en réalité le front des nappes est composé de plusieurs failles. Dans certains secteurs, il est possible que le front ait été repris par une faille plus récente, c'est-à-dire un chevauchement tardif. Ceci expliquerait la nature rectiligne de la ligne de Logan dans certaines régions. De plus, il y a sans doute une relation avec la tectonique profonde de la région. La ligne de Logan est donc composée d'un réseau de failles formant le front des différentes nappes.

REDÉFINITION DES FORMATIONS DE CITADELLE ET DE BOURRET

La Formation de Bourret (unité 12) du Groupe de Laurier, décrite par Clark & Globensky (1973), comprend trois unités:

L'unité 1 comprend des shales et des ardoises de couleur noire dans lesquels sont interlités des calcaires argileux et bitumineux à couleur d'altération beige, et des grès et dolomies à couleur d'altération ocre; localement, on y trouve des lits de conglomérat calcaire.

L'unité 2 est formée de mudstones et de shales ou ardoises de couleur noire, charbon, verte, grise et rouge brunâtre, avec des interlits de dolomie et de calcaire dense, de couleur brun rouille et orange.

L'unité 3 consiste en lits de grès épais interstratifiés avec des shales noirs et des brèches.

À la lumière de données plus récentes, il s'avère que l'unité 1, qui est en fait l'unité la plus abondante de la Formation de Bourret, soit identique à ce qui avait déjà été nommé «Formation Citadel» ou «de la Citadelle» et en partie redéfinie comme «Quebec City» par Osborne (1956). Le travail d'Osborne ayant préséance, nous adoptons le nom équivalent pour désigner seulement l'unité 1 de notre ancienne Formation de Bourret. Il s'agit de décider maintenant quel nom choisir: Quebec City ou Citadelle.

Pour faire l'historique de cette formation, disons que le nom de Québec lui-même a déjà été utilisé deux fois. Logan l'a utilisé premièrement en 1864 quand il a nommé le Groupe de Québec, qui existe toujours d'ailleurs. Par la suite, Ami (1900) l'a utilisé de nouveau pour décrire la Formation de Québec, ce qui était non valide car Logan l'avait déjà employé. Alors, le nom «Formation de Québec» (ou «Quebec City» de d'autres auteurs) n'étant pas valide, nous ne l'avons pas retenu.

De plus, en 1956, Osborne a modifié la subdivision de la Formation de Québec. Dans son schéma de la formation, il a proposé le nom de «Formation la Citadelle» pour la partie basale à olistostromes et il a restreint celui de «Formation de Québec» aux affleurements de la haute ville de Québec; cependant les olistostromes se répètent à plusieurs niveaux (Riva, 1985). La Formation de Citadelle comprend donc l'entière séquence. Elle est en fait composée de la séquence de calcaire à grain fin, en lits minces à massifs séparés par des interlits de shale et des olistostromes qui y sont incorporés.

Selon Riva (1985), les graptolites trouvés dans la Formation de Citadelle indiquent les zones à *Nemagraptus gracilis* et à *Climacograptus wilsoni* et une corrélation avec l'étage Normanskill de New York. Nous avons donc décidé d'adopter le nom de Formation de Citadelle de préférence à ceux de Formation de Québec, de Quebec City ou de Formation de la Ville de Québec (St-Julien & Osborne, 1973).

Ce qui avait été appelé l'unité 1 de la Formation de Bourret devient donc Formation de Citadelle. Par contre, pour l'unité 2 de la Formation de Bourret, qui est beaucoup plus restreinte en étendue, nous maintenons le nom de Formation de Bourret. Quant à l'unité 3, nous croyons maintenant qu'il s'agit d'un énorme bloc à l'intérieur de l'ancienne unité 2 (Formation de Bourret actuelle).

Tectonique

L'histoire tectonique des Basses-Terres et des Appalaches adjacentes au SE est relativement complexe. On peut reconnaître deux systèmes de failles dans les Basses-Terres: un système de failles normales associées au bouclier précambrien du côté NW des Basses-Terres, et un système de failles de chevauchement dans la moitié SE du bassin. Ce dernier système a démarré durant l'orogénèse taconique.

Les failles normales (phase de gravité) produites par les effondrements durant la formation de l'océan Iapetus (de la fin du Précambrien jusqu'à la fin de l'Ordovicien) ont été actives depuis le Cambrien et ont joué un rôle primordial dans l'histoire de la sédimentation, particulièrement dans la partie NW du bassin. On observe deux directions principales pour ces failles normales: un réseau majeur dirigé approximativement le long d'un axe NE-SW et un réseau secondaire dirigé approximativement le long d'un axe E-W.

Le bassin des Basses-Terres a été grandement affecté par l'orogénèse taconique qui a débuté à l'Ordovicien. Cette orogénèse a eu un effet décroissant du SE au NW sur le bassin sédimentaire. Elle est la cause d'un second système de failles, dites failles de chevauchements, qui ont progressé du SE au NW (phase de compression). Cette phase de compression a affecté le Lorraine et le Queenston qu'elle plisse en un grand synclinal: le synclinal de Chambly — Fortierville. La faille de Saint-Barnabé a de plus affecté ces deux groupes de roches.

La partie centrale des Basses-Terres du Saint-Laurent est souvent comparée à un demi-graben (figure 37), tel que proposé originellement par Kumarapeli & Saull (1966). On se représente les Basses-Terres comme étant un bassin effondré entre des failles normales au NW et des failles de chevauchement au SE.

La zone de failles sur le flanc NW longe le Plateau laurentien (failles de Lachute, New-Glasgow, Sainte-Julienne, Saint-Cuthbert, Saint-Prosper, Deschambault, Neuville et Montmorency). Ces failles résultent de réajustements dans la croûte terrestre. Elles démarrent dans le socle précambrien et affectent les roches sédimentaires susjacentes.

Sur le côté SE, la zone de failles suit le front des Appalaches (failles d'Aston et du Foulon, ligne de Logan). Celles-ci résultent de chevauchements qui eurent lieu lors de la mise en place des Appalaches durant l'orogénèse taconique.

Les failles de direction E-W telles les failles de Sainte-Anne-de-Bellevue, de l'île Bizard, du Rapide-du-Cheval Blanc et du Bas-de-Sainte-Rose sont probablement reliées à la mise en place des intrusions montérégiennes au Crétacé. Ces intrusions sont, à leur tour, probablement reliées à une zone de faiblesse de la croûte terrestre.

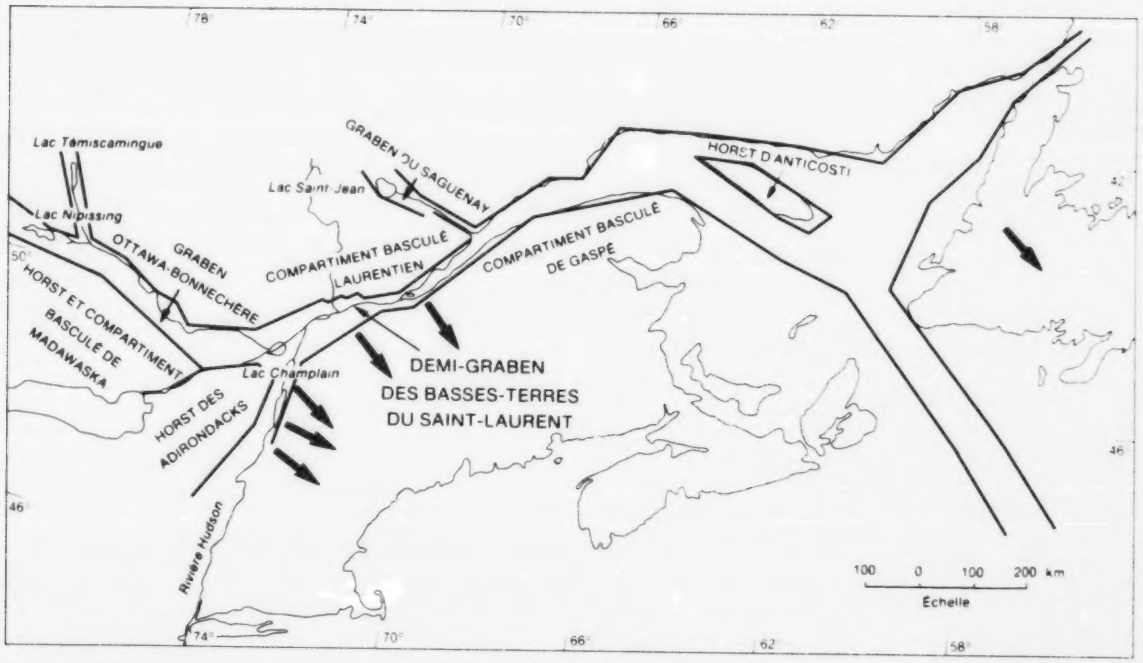


FIGURE 37 — Zones de rift du système du Saint-Laurent (modifié d'après Kumarapeli & Saull, 1966). Les flèches indiquent la direction des mouvements

Il est possible de distinguer du Plateau laurentien, au NW, jusqu'aux Appalaches au SE, les quatre régions tectoniques suivantes (Saint-Julien & Hubert, 1975): la zone de plate-forme, la zone externe, la zone interne et la zone à nappes (figure 38).

À l'intérieur de ces zones, les failles ont été activées de différentes façons et ont affecté différemment les roches des Basses-Terres.

Zone de plate-forme: des failles normales, orientées NE-SW, ont affecté les dépôts de cette zone. Ce réseau de failles montre un patron en échelons bien défini s'enfonçant vers le SE à l'intérieur du bassin. Cette zone comprend toutes les formations des Basses-Terres, du Potsdam au Queenston, jusqu'à la faille d'Aston, à l'exception de la région de Saint-Hyacinthe où elle s'arrête à la faille de Saint-Barnabé.

Zone externe: les failles de chevauchement n'affectent que la partie supérieure de la séquence sédimentaire de cette zone, c'est-à-dire les «shales» et les siltstones de l'Utica et du Lorraine. Les roches sous-jacentes, c'est-à-dire les carbonates de l'Ordovicien et les grès du Cambrien, ne sont pratiquement pas affectées. Cette zone s'étend de la faille d'Aston jusqu'à la faille du Foulon et inclut les Formations de les Fonds et de Sainte-Sabine et les Groupes de Sillery et de Shefford.

Zone interne: dans la zone interne, les chevauchements ont affecté et recouvert toute la séquence sédimentaire de l'ancienne plate-forme paléozoïque, incluant les carbonates de l'Ordovicien et les grès du Cambrien. Cette zone de chevauchement est naturellement compliquée et fort variée. On y rencontre des imbrications multiples causant plusieurs répétitions de séquence. Cette zone s'étend de la faille de Foulon vers le SE.

Zone à nappes: On retrouve dans cette zone des imbrications de carbonate et de grès.

Des glissements par gravité et des chevauchements ont transporté, dès le début de l'orogénèse taconique, des sédiments de la partie profonde du bassin du SE, par-dessus ceux de la zone de plate-forme.

Dans notre région, cette zone comprend la Nappe de Standbridge, la Nappe d'Oak Hill (ND), la Nappe de Sainte-Hénédine (ND), la Nappe de Saint-Michel (unité 4) et la Nappe de Bacchus (unité 3).

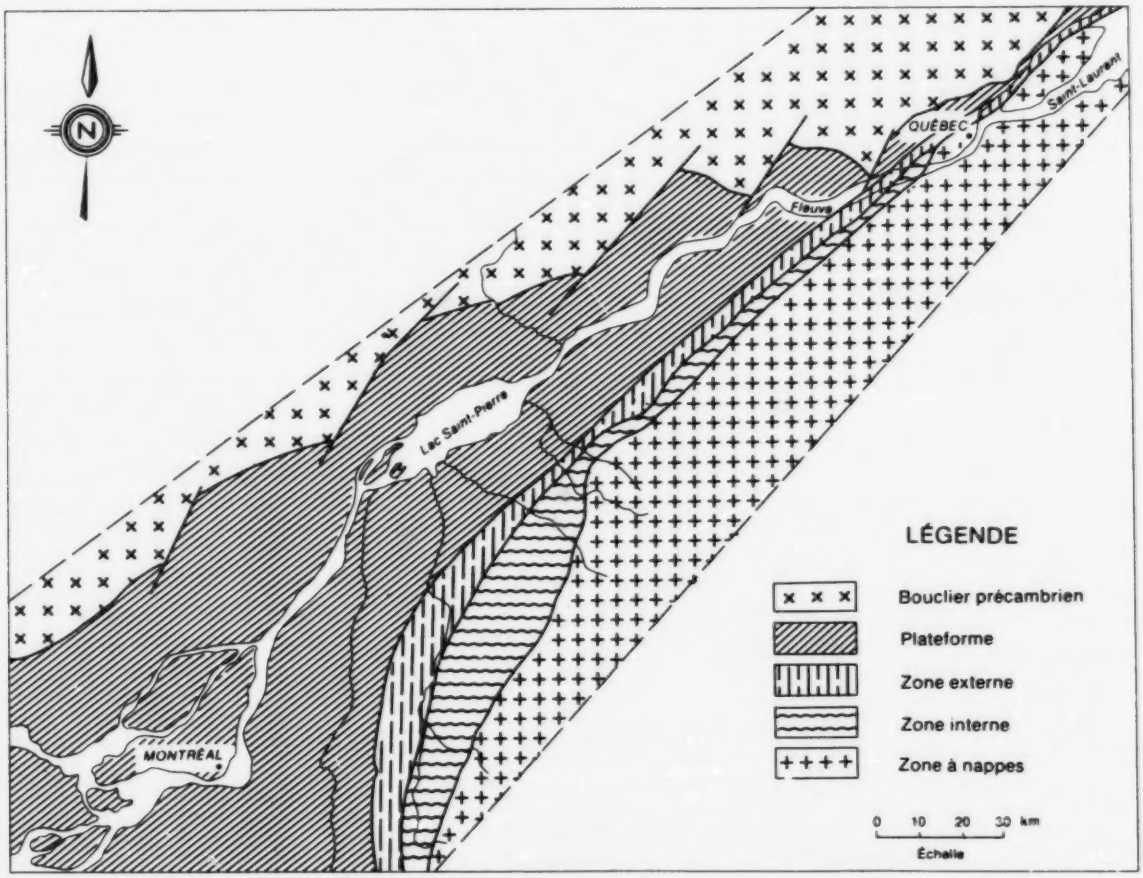


FIGURE 38 — Illustration indiquant les quatre régions tectoniques des Basses-Terres du Saint-Laurent.

Géologie économique

Pétrole et gaz naturel

Les Basses-Terres du Saint-Laurent ont toujours été considérées comme un bassin à potentiel pétrolier. En effet, on y a foré des centaines de puits dans le but de découvrir soit du pétrole ou soit du gaz.

Aucune quantité commerciale de pétrole n'a été trouvée. On a tout de même noté des débits maximum de 2 barils par jour dans le puits «Louvicourt métal n° 8 L'Assomption» et de 0,14 baril par jour dans le «Louvicourt n° 7 L'Assomption». D'autres indices, beaucoup moins importants, ont été signalés sous forme d'odeurs, de suintements et de traces; ils se retrouvent, par ordre décroissant d'importance, dans l'Utica, le Black River, le Chazy, le Potsdam et le Beekmantown (voir Globensky, 1972).

Quant au gaz, il provient soit du roc, soit des dépôts meubles. Dans le premier cas, les indices proviennent surtout des formations du Trenton. Les autres unités contenant du gaz sont, par ordre décroissant d'importance, le Potsdam, le Beekmantown, le Chazy, le Black River, le Lorraine, l'Utica et le Bécancour. Les puits à meilleurs débits sont le «Bald Mountain Batiscan n° 1» avec 3135 Mcfd* sous une pression de 975 à 1000 psi, le «Laduboro C.I.G. n° 1 Nicolet» avec 1600 Mcfd sous une pression de 2240 psi et le «Bald Mountain Louiseville n° 1» avec 1140 Mcfd sous une pression de 384 psi. Il est à noter que plusieurs de ces indices se trouvent dans la zone de contact des unités suivantes: Potsdam — Beekmantown, Black River — Trenton et Trenton — Utica.

Pour ce qui est des indices provenant des dépôts meubles, le puits qui a fourni le plus fort débit est celui des «Pères de la Fraternité Sacerdotale n° 2» avec 50 000 à 20 000 Mcfd sous une pression de 100 psi. Le second en importance est le puits «Bald Mountain Intercity n° 7 New Associated» avec un débit de 14 200 Mcfd sous une pression de 85 psi. Le troisième en importance est le «Bald Mountain Intercity n° 8 New Associated» avec un débit de 12 000 Mcfd sous une pression de 85 psi.

Dans la région de Pointe-du-Lac, on a exploité du gaz naturel pendant plusieurs années dans les années 60. Cette exploitation ne fournissait cependant qu'une usine de Trois-Rivières. Ce gaz provenait de dépôts meubles. Plus récemment, dans les années 70, la Soquip a trouvé et exploité du gaz dans la région de Saint-Flavien mais celui-ci est relié à des fractures dans les roches du front appalachien.

* Mcfd: millions de pieds cubes par jour.

Indices de Pb-Zn

La métallogénie des Basses-Terres a toujours été ignorée. On ne fait que commencer à s'intéresser à la métallogénie de cette région qui a pourtant un certain potentiel. Au cours des ans, la présence de Pb et Zn a été notée à plusieurs endroits des Basses-Terres du Saint-Laurent (voir Globensky & Ziserman, 1979), mais pas en quantités économiques. Ces indices se retrouvent surtout dans les dolomies du Beekmantown, les calcaires du Chazy et du Black River et les calcaires de base du Trenton.

Le secteur situé au SW de Montréal s'avère des plus prometteur. On y a trouvé des concentrations intéressantes de Pb, Zn, Cu (Globensky, 1981b). Des études présentement en cours par l'UQAM et l'INRS-Géoressources devraient préciser sous peu l'importance de ces dépôts.

La présence de Cu, U, F et Ba a aussi été observée dans les Basses-Terres mais de façon moins fréquente. Des études futures devraient en préciser l'importance.

Matériaux de construction

Chaque type de roche des Basses-Terres du Saint-Laurent a été exploité comme matière première d'un produit manufacturé et chacun des groupes géologiques est représenté sur la liste des matériaux d'intérêt économique.

Le grès est utilisé dans l'industrie du ferro-silicium et du verre, les shales dans la fabrication de la brique, la dolomie et le calcaire pour la pierre de construction, les matériaux de voirie et la fabrication de ciment. Les roches ignées des collines montérégiennes et autres ont été également exploitées mais de façon plus limitée. Ceci explique les nombreuses carrières actives dans les différentes régions des Basses-Terres du Saint-Laurent.

Sable et gravier

Les dépôts récents, exploités dans les sablières et gravières, sont surtout utilisés comme matériaux de remplissage ainsi que dans la fabrication de béton et d'asphalte.

Tourbe

Il existe plusieurs tourbières dans les Basses-Terres du Saint-Laurent; une seule est exploitée (à Saint-Guillaume dans la région de Drummondville) à des fins de production de mousse horticole.

Plusieurs de ces dépôts pourraient être utilisés à des fins énergétiques ou industrielles mais ces secteurs restent à développer.

Bibliographie

ADAMS, F.D., 1903 – The Monteregian Hills – A Canadian Petrographical Province. Journal of Geology, volume *II*, pages 239-282.

AMI, H.M., 1900 – On the Geology of the Principal Cities of Eastern Canada. Royal Society of Canada, Transaction Serie 2, Volume 6, Section IV, pages 125-173.

BEAULIEU, J. – LAJOIE, J. – HUBERT, C. 1980 – Provenance et mode de dépôt de la Formation de la Rivière Nicolet: flysch taconique du domaine autochtone et du domaine externe des Appalaches du Québec. Journal canadien des sciences de la Terre, volume 17, pages 855-865.

BELT, E.S. – RIVA, J. – BUSSIÈRES, L., 1979 – Revision and correlation of late Middle Ordovician stratigraphy northeast of Quebec City. Journal canadien des sciences de la Terre, volume 16, pages 1467-1483.

BELT, E.S. – BUSSIÈRES L., 1981 – Upper Middle Ordovician submarine fans and associated facies, northeast of Quebec City. Journal canadien des sciences de la Terre, volume 18, pages 981-994.

BRETSKY, P.W. – BRETSKY, S.S. 1975 – Succession and repetition of Late Ordovician fossil assemblages from the Nicolet River Valley, Quebec. Paleobiology, volume 1, pages 225-237.

CHARBONNEAU, J.M., 1980 – Région de Sutton (W). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DPV-681.

CLARK, T.H., 1951 – New Light on Logan's Line. Transactions de la Société Royale du Canada, 2e série, volume 45, section 4, pages 11-22.

_____ 1955 – Région de St-Jean – Beloeil. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-66.

_____ 1964a – Région d'Upton. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-100.

_____ 1964b – Région de Saint-Hyacinthe (moitié ouest). Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-101.

_____ 1964c – Région de Yamaska – Aston. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-102.

_____ 1966 – Région de Châteauguay. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-122.

_____ 1972 – Région de Montréal. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-152.

_____ 1977 – Région de Granby (W). Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-177.

CLARK, T.H. – GLOBENSKY, Y. 1973 – Région de Portneuf et parties de St-Raymond et de Lyster. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-148.

_____ 1975 – Région de Grondines. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-154.

_____ 1976a – Région de Sorel. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-155.

_____ 1976b – Région de Trois-Rivières. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-164.

_____ 1976c – Région de Bécancour. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-165.

_____ 1976d – Région des Laurentides (moitié est) et de Rawdon (partie sud-est). Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-157.

_____ 1977 – Région de Verchères. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-190.

CLARK, T.H. – GLOBENSKY, Y. – RIVA, J. – HOFMANN, H., 1972 – Stratigraphie et tectonique des Basses-Terres du Saint-Laurent du Québec. 24e Congrès géologique international, livret-guide pour l'excursion C-52.

CLARK, T.H. – McGERRIGLE, H.W., 1936 – Lacolle conglomerate, a new Ordovician Formation in Southern Quebec. Geological Society of America Bulletin, volume 47, pages 665-674.

CURRIE, K.L., 1976 – The alkaline rocks of Canada. Geological Survey of Canada: Bulletin 239, pages 48-50.

DEAN, R.S. – WEBER, G.R., 1961 – Subdivision of Lorraine and Richmond Groups of Quebec by elemental analyses of calcareous strata. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, volume 45, pages 1731-1745.

EBY, G.N., 1984 – Geochronology of the Monteregian Hills alkaline igneous province. Quebec Geology; volume 12, numéro 8, pages 468-470.

_____ 1985 – Age relations, chemistry, and petrogenesis of mafic alkaline dikes from the Monteregian Hills and younger White Mountain igneous provinces. Journal Canadien des Sciences de la Terre, volume 22, nº 8, pages 1103-1111.

FISHER, D.W., 1968 – Geology of the Plattsburg and Rouses Point New York. New York State Museum and Science Service; Map and Chart Series 2.

FISHER, D.W., 1977 – Correlation of the Hadrynian, Cambrian and Ordovician rocks in New York State. New York State Museum and Science Service; Map and Chart Series 4.

GLOBENSKY, Y. 1972 – Gaz-Pétrole-Eau salée dans les puits forés au Québec entre 1860 et 1970. Ministère des Richesses naturelles, Québec; S-127.

_____ 1978 – Région de Drummondville. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG-192.

_____ 1981a – Région de Lacolle et Saint-Jean (s). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; RG-197.

_____ 1981b – Région de Huntingdon. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; RG-198.

_____ 1982a – Région de Vaudreuil. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; RG-199.

_____ 1982b – Région de Lachute. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; RG-200.

_____ 1982c – Région de Laurentides (sw). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MM 82-01.

_____ 1985 – Géologie des régions de Saint-Jean (partie nord) et de Beloeil. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MM-84-03.

_____ 1986 – Géologie de la région de Saint-Chrysostome et de Lachine (sud). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MM-84-02.

GLOBENSKY, Y. – JAUFFRED, J.C., 1971 – Stratigraphic distribution of conodonts in the Middle Ordovician Neuville Section of Quebec. Proceedings of Geological Association of Canada, volume 23, pages 43-68.

GLOBENSKY, Y. – ZISERMAN, A., 1979 – Recommandations pour une prospection minière des Basses-Terres du Saint-Laurent. Ministère des Richesses naturelles, Québec; DPV-611.

GOLD, D.P. – VALLÉE, M., 1969 – Excursion géologique dans la région d'Oka. Ministère des Richesses naturelles, Québec; S-101.

HARLAND, T.L. – PICKERILL, R.K., 1982 – A review of Middle Ordovician sedimentation in the St. Lawrence Lowland, eastern Canada. Geological Journal; volume 17, pages 135-156.

_____ 1984 – Ordovician rocky shoreline deposits – the basal Trenton Group around Quebec City. Geological Journal, volume 19, pages 271-298.

HOFMANN, H.J., 1963 – Ordovician Chazy Group in Southern Quebec. Bulletin of the Association of Petroleum Geologists; volume 47, nº 2, pages 270-301.

_____ 1972 – Stratigraphie de la région de Montréal. Congrès géologique international, Excursion B-03, 33 pages.

HOUDE, M. – CLARK, T.H., 1961 – Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent. Ministère des Richesses naturelles, Québec; carte 1407.

KUMARAPELI, P.S. – SAULL, V.A., 1966 – The St. Lawrence Valley system: a North American equivalent of the East African rift valley system. Journal canadien des Sciences de la Terre, volume 3, numéro 3, pages 639-658.

KUMARAPELI, P.S. – COATES, M.E. – CORAY, N.H., 1968 – The Grand Bois anomaly: The magnetic expression of another Monteregian Pluton. Journal canadien des Sciences de la Terre, volume 5, pages 550-553.

LIBERTY, B.A., 1955 – Stratigraphic studies in central Ontario. Geological Association of Canada Proceedings, volume 7, partie 1, pages 139-147.

LESPÉRANCE, P.J., 1963 – Région d'Acton. Ministère des Richesses naturelles, Québec; DP-677.

LOGAN, W.E., 1864 – Rapport sur la géologie du Canada. Commission géologique du Canada; rapport de progrès du commencement jusqu'à 1863.

LOGAN, W.E. – SELWYN, A.R.C., 1886 – Map of part of the Province of Québec. Commission géologique du Canada; rapport annuel, partie J.

OSBORNE, F.F., 1956 – Geology near Quebec City. Naturaliste Canadien, 83, pages 157-223.

OSBORNE, F.F. – CLARK, T.H., 1960 – Géologie de la région de New-Glasgow — Saint-Lin. Ministère des Mines, Québec; RG-91.

PHILPOTTS, A.R., 1976 – Pétrographie des monts Saint-Bruno et Rougemont. Ministère des Richesses naturelles, Québec; ES-16.

PICKERILL, R.K. – FORBES, W.H., 1979 – Ichnology of the Trenton Group in the Quebec City area. Journal Canadien des sciences de la Terre, volume 16, numéro 10, pages 2022-2037.

RAYMOND, P.A., 1906 – The Chazy formation and its fauna. Carnegie Museum Annals, volume 3, numéro 4, pages 498-598.

RIVA, J., 1969 – Middle and upper Ordovician graptolites faunas of the St. Lawrence Lowlands of Quebec and Anticosti Island. *In* north Atlantic Geology and Continental drift, G.M. Kay (ed.). American Association of Petroleum Geologists; Mémoire 12, pages 513-556.

_____ 1985 – The Citadel Formation: Its age on the basis of trilobites, graptolites and brachiopods. Séminaire Canadien de Paléontologie et Biostratigraphie. Guide d'excursion géologique.

_____ sous presse – The Graptolite *Amplexograptus praetypicalis*, n. sp. and the genus *Uticagraptus* n.g. Journal canadien des Sciences de la terre.

RONDOT, J., 1972 – Géologie de la région du Gouffre, comté de Charlevoix. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RP-605.

SAINT-JULIEN, P. – HUBERT, C., 1975 – Evolution of the Taconian Orogen in the Quebec Appalachians. American Journal of Science, volume 275-A, pages 337-362.

SAINT-JULIEN, P. – OSBORNE, F.F., 1973 – Région de la ville de Québec. Ministère des Richesses naturelles, Québec; DP-205.

VALIQUETTE, G. – POULIOT, G. 1977 – Géologie des monts Brome et Shefford. Ministère des Richesses naturelles, Québec; ES-28.

WALTERS, M., 1977 – Middle and Upper Ordovician graptolites from the St. Lawrence Lowlands, Québec, Canada. Journal canadien des Sciences de la Terre, volume 14, numéro 5, pages 932-952.

WALTERS, M. – LESPÉRANCE, P. – HUBERT, C., 1982 – The biostratigraphy of the Nicolet River Formation in Québec and intra – North America correlation in Middle and Upper Ordovician strata. Journal canadien des Sciences de la Terre, volume 19, numéro 3, pages 571-588.

WILLIAMS, D.A. – RAE, A.M. – WOLF, R.R., 1982a – Paleozoïc Geology, Cornwall – Huntingdon Area, Southern Ontario. Ontario Geological Survey, Map P. 2720.

_____ 1982b – Paleozoïc Geology, Hawkesbury – Lachute Area, Southern Ontario. Ontario Geological Survey, Map P. 2718.

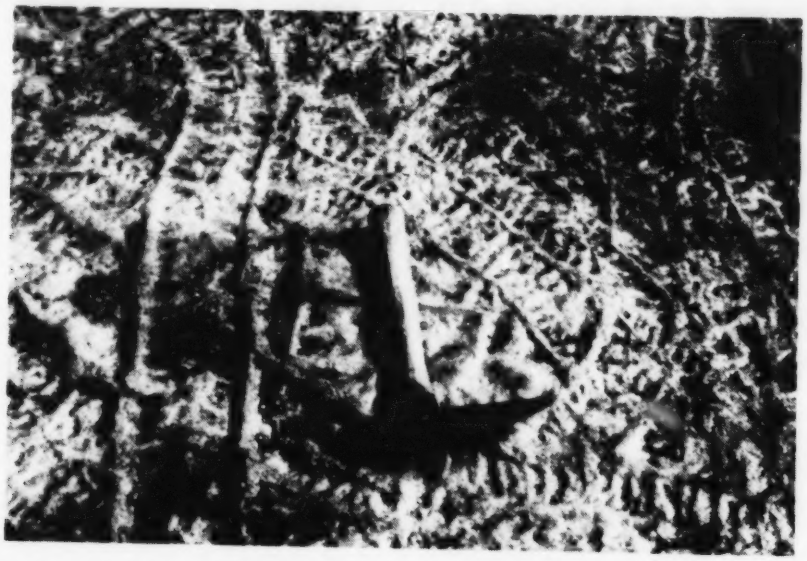
_____ 1982c – Paleozoïc Geology, Alexandria – Vaudreuil Area, Southern Ontario. Ontario Geological Survey, Map P. 2719.

Annexe

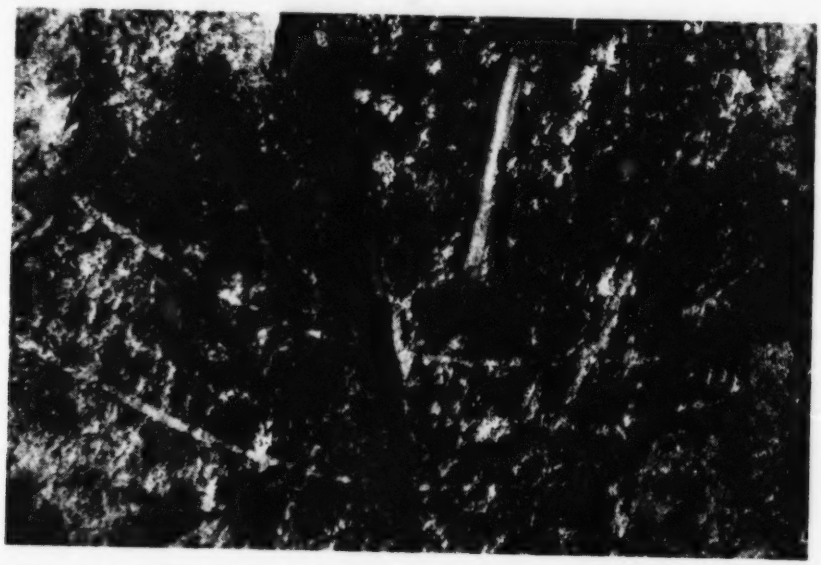
Quelques fossiles des Basses-Terres du Saint-Laurent

Groupe de Potsdam
(PLANCHE 1)

FORMATION DE CAIRNSIDE



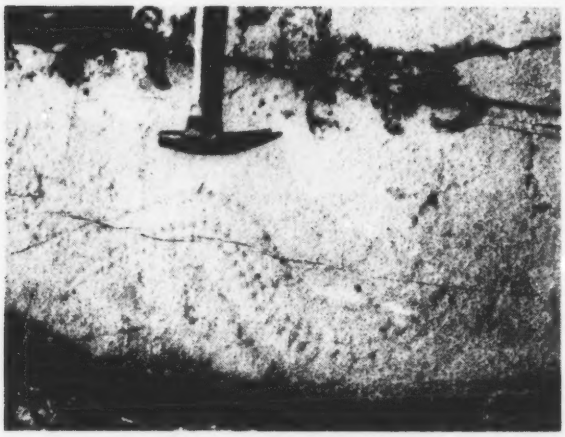
A — Structures biosédimentaires appartenant à l'espèce *Climactichnites wilsoni* Logan. Affleurement le long du chemin Laurin, à 1,2 km au SW de Saint-Hermas, au SE de Lachute.



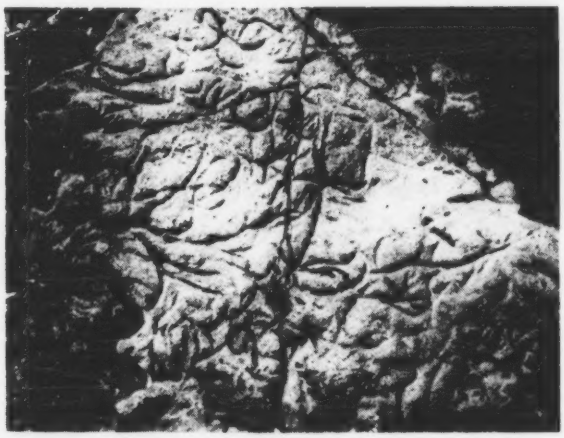
B — Structures biosédimentaires *Climactichnites wilsoni* Logan. Affleurement situé à 2,1 km au sud de Riverfield, dans une passée de type grès de Cairnside à l'intérieur de la Formation de Covey Hill.

Groupe de Potsdam
(PLANCHE 2)

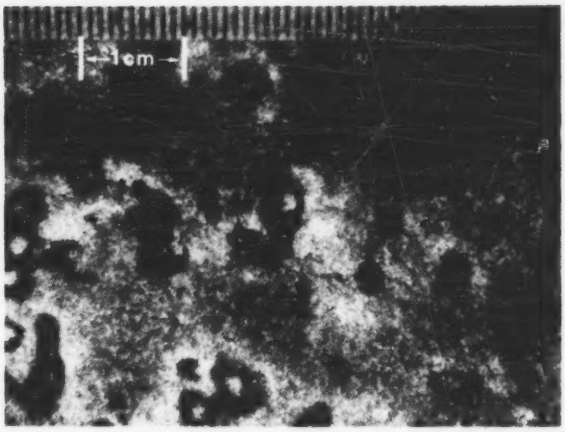
FORMATION DE CAIRNSIDE



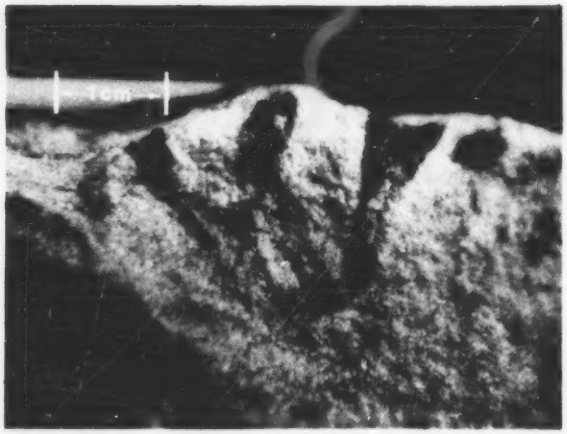
A — Structures biosédimentaires *Protichnites octonatus*. Localité située à 1,2 km au SW de Saint-Hermas, au SE de Lachute.



B — Structures biosédimentaires appartenant au genre cf. *Gordia* sp. Rivière Hinchinbrook dans l'angle SE de la région de Huntingdon, à environ 3,2 km au sud du village de Herdman.



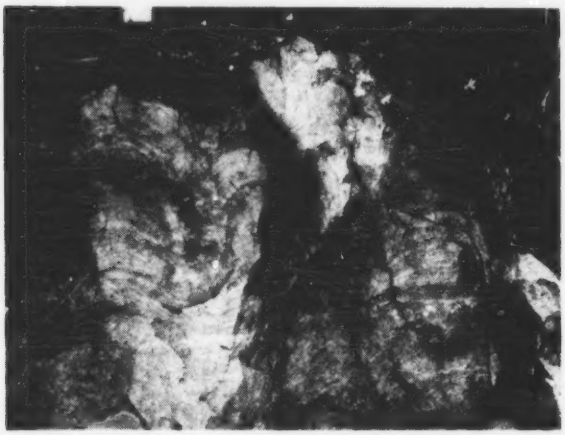
C — Vue en plan des structures biosédimentaires appartenant au genre *Arenicolites* sp. Affleurement dans le ruisseau Noir, à 13 km au SE de Huntingdon.



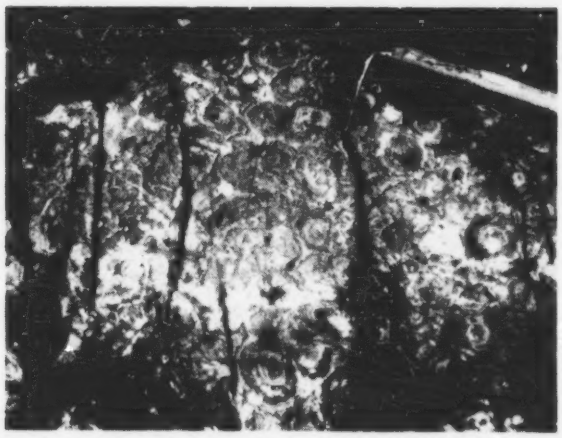
D — Vue en coupe des structures biosédimentaires *Arenicolites* sp. Tube en forme de U. Même endroit que figure C.

Groupe de Beekmantown
(PLANCHE 3)

FORMATION DE THERESA

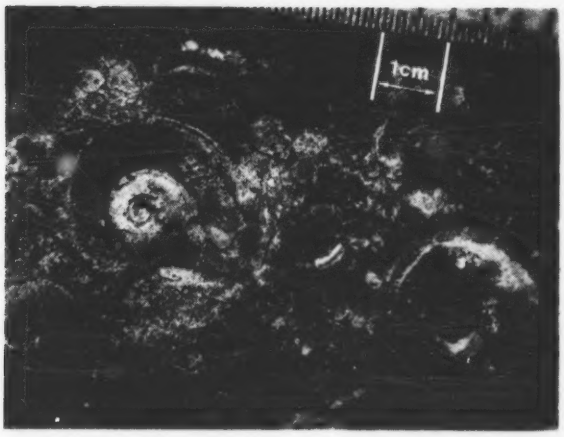


A — Stromatolites columnaires appartenant à l'espèce *Cryptozoon proliferum*. Barrage Mercier à Rigaud, à environ 1,2 km en amont du pont de la route 342 qui enjambe la rivière Rigaud.



B — Coupe à travers des colonnes stromatolitiques droites de petite taille. Affleurement dans une ancienne carrière adjacente au terrain de golf de Salaberry-de-Valleyfield, lequel est situé dans la partie nord de l'île de Salaberry.

FORMATION DE BEAUHARNOIS



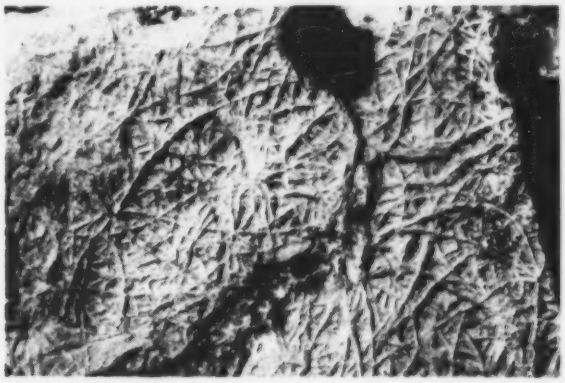
C — Gastéropodes appartenant au genre *Euomphalopsis* sp. Affleurement situé à 400 m le long de la route secondaire vers l'ouest, laissant à autoroute 15 au NW de Henrysburg.

D — Gastéropodes (a) appartenant au genre *Macluritella* sp. et nautiloïdes droits (b). Même localité que figure C.

Groupe de Beekmantown
(PLANCHE 4)

FORMATION DE BEAUHARNOIS

A — Gastéropodes appartenant à l'espèce *Lecanospira compacta* (Salter). Échantillon prélevé dans le ruisseau de La Grande Décharge, à 2,3 km au NW d'Allans-Corner.

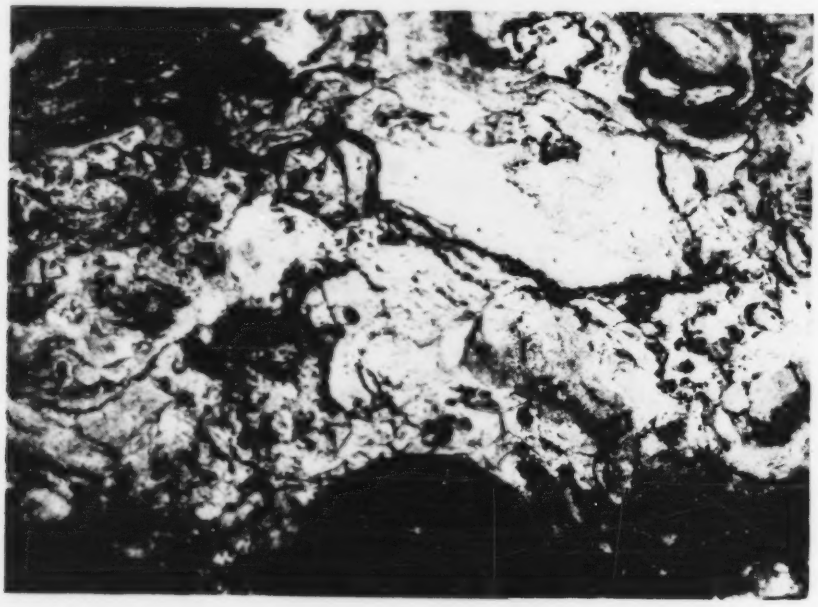


B — Bioforages, à l'extrémité sud de la route 221 au sud d'Odellton, à quelques centaines de mètres de la frontière américaine.

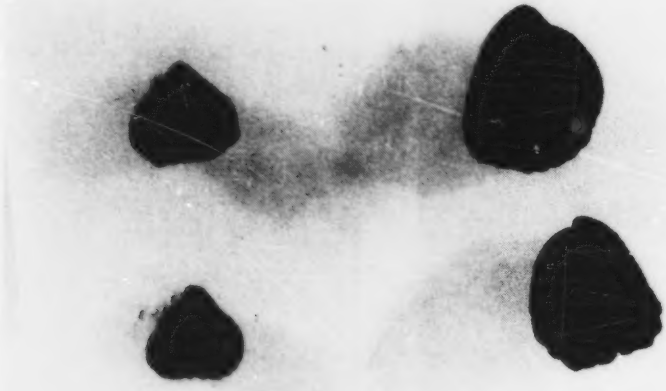
C — Stromatolites appartenant au genre *Cryptozoon*. Partie nord de la carrière Galipeau, située à 3 km au NW de Saint-Stanislas-de-Kostka, près de Salaberry-de-Valleyfield.

Groupe de Chazy
(PLANCHE 5)

FORMATION DE LAVAL



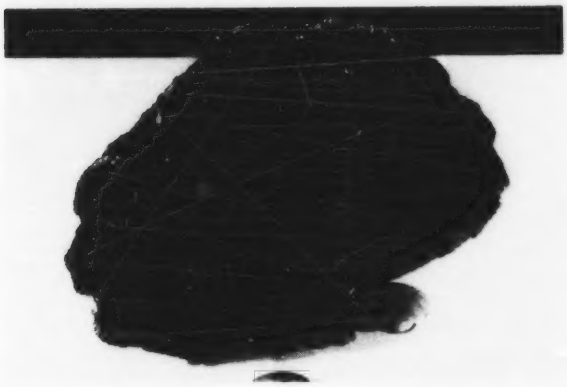
A — Bioherme composé en majorité du corail *Billingsaria parva*. Affleurement situé à 4 km au SW de Saint-Blaise.



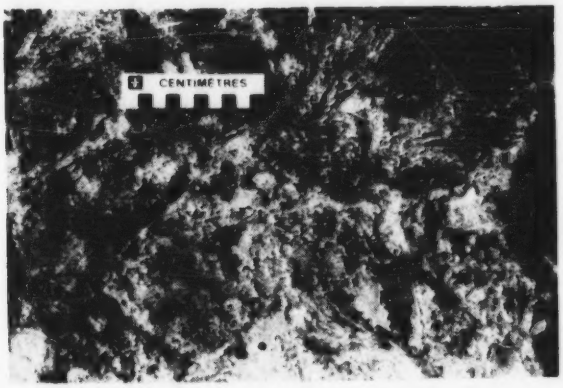
B — Brachiopodes appartenant à l'espèce *Rostricellula plena* Hall. Ancienne carrière Saint-Vincent-de-Paul, maintenant connue sous le nom de Centre de la Nature, à Laval.

Groupe de Black River
(PLANCHE 6)

FORMATION DE LOWVILLE

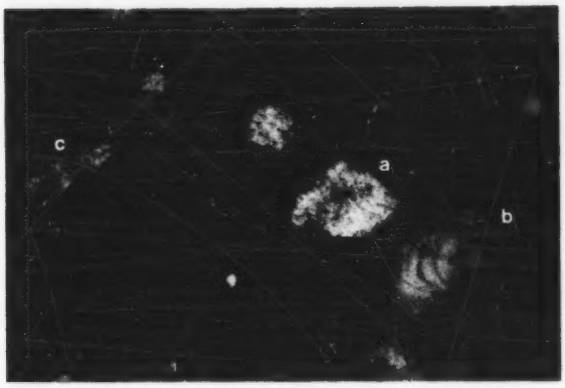


A — Anthozoaires (tabulés) appartenant à l'espèce *Tetradium fibratum* Safford. Carrière Turnbull, à 6 km au NE de Joliette.



B — Plusieurs spécimens de *Tetradium fibratum* Safford. Rivière de l'Achigan au village de Laurentides.

FORMATION DE LERAY

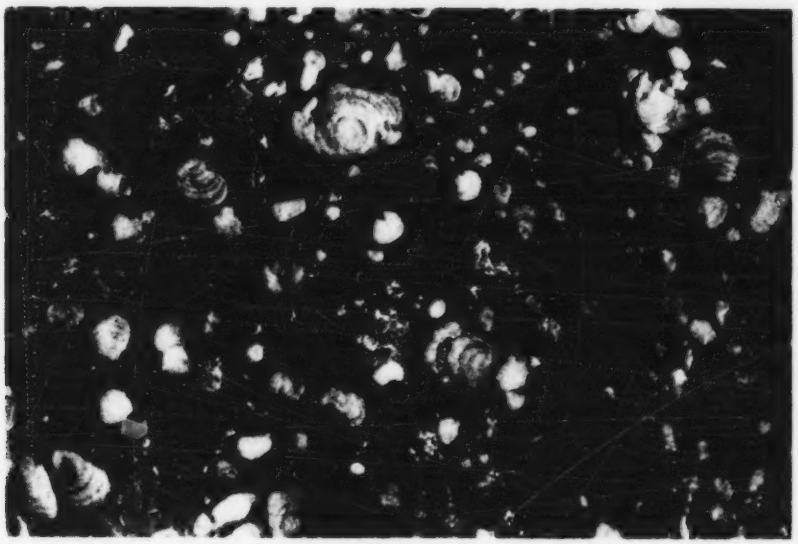


C — Anthozoaires (tabulés) appartenant à l'espèce *Foerstephyllum halli* (Nicholson) (a) et hydrozoaires (stromatoporidés) appartenant à l'espèce *Stromatocerium rugosum* (Hall) (b) ainsi qu'un nautiloïde droit (c). Rivière Ouareau, à 8 km au SW de Joliette. Les *Foerstephyli* sont plus pâles sur la photo.

D — Vue rapprochée d'un *Foerstephyllum halli* Nicholson. Carrière Turnbull, à 6 km au NE de Joliette.

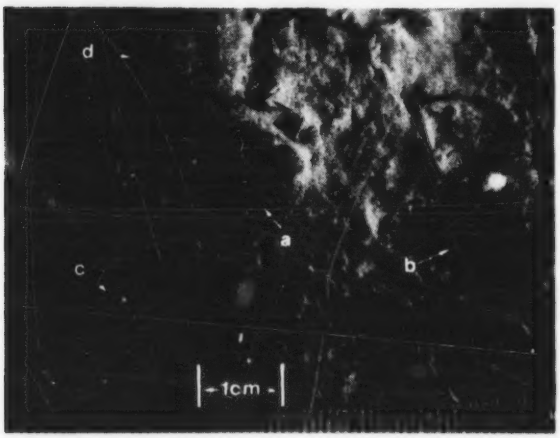
Groupe de Trenton
(PLANCHE 7)

FORMATION DE DESCHAMBAULT

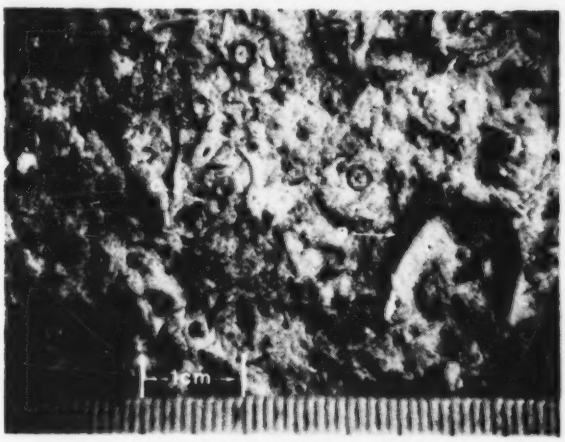


A — Horizon à algues appartenant à l'espèce *Solenopora compacta* Billings, sur la rivière Rouge, à 7,7 km au SW de Joliette.

FORMATION DE MONTRÉAL, MEMBRE DE SAINT-MICHEL



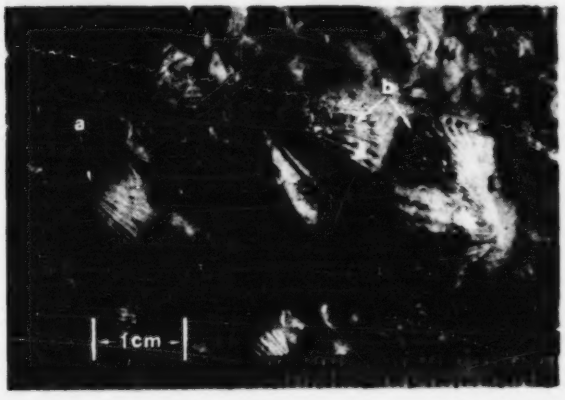
B — Trilobite appartenant à l'espèce *Cryptolithus Tessellatus* (a); brachiopodes appartenant aux espèces *Paucicrura rogata* (b) et *Sowerbyella sericea* (c); ainsi que de nombreux bryozoaires (d). Rivière l'Acadie, à 8,3 km à l'ouest de Saint-Jean-sur-Richelieu.



C — Pygidium de trilobite *Ceraurus pleurexanthemus* (a); céphalon de trilobite appartenant à l'espèce *Cryptolithus tessellatus* (b); ainsi que de nombreuses plaques et colonnades de crinoïdes (c). Rivière l'Acadie, à 8,3 km à l'ouest de Saint-Jean-sur-Richelieu.

Groupe de Trenton
(PLANCHE 8)

FORMATION DE MONTRÉAL, MEMBRE DE ROSEMONT



A — Brachiopodes appartenant aux espèces *Paucicrura rogata* (a) et *Platystrophia amoena* (b). Rivière l'Acadie à environ 8 km à l'ouest de Saint-Jean-sur-Richelieu.

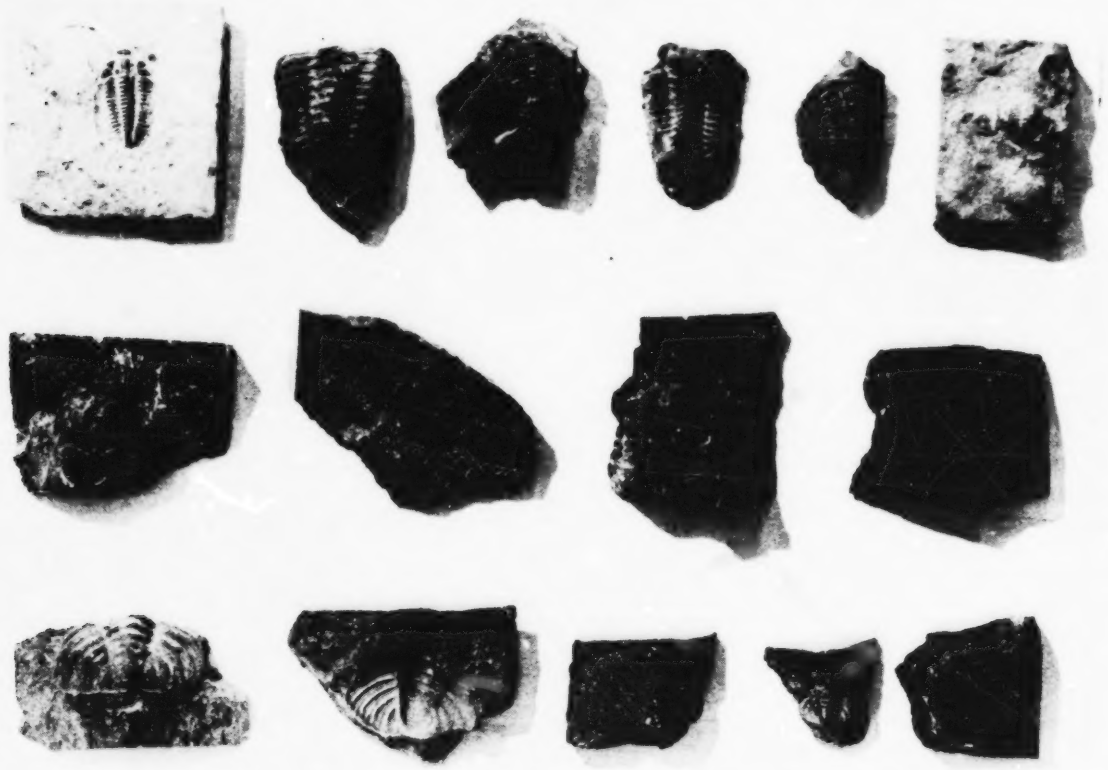
B — Paillasson de bryozoaires composé surtout du genre *Hallopora* sp. Même endroit que figure A.

FORMATION DE NEUVILLE, MEMBRE DE SAINT-CASIMIR ET DE GRONDINES

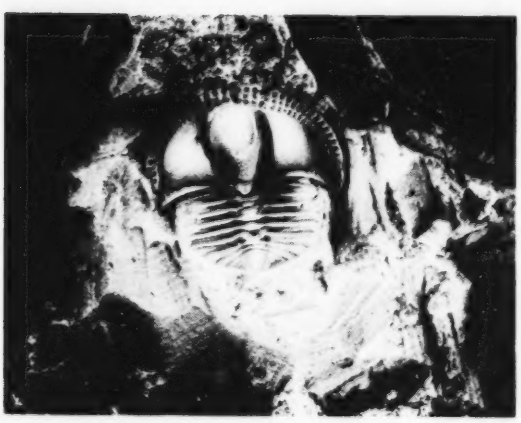
C — Céphalons de trilobites appartenant à l'espèce *Cryptolithus tessellatus* Green. Localités: Montmorency, Château-Richer et Grondines.

Groupe de Trenton
(PLANCHE 9)

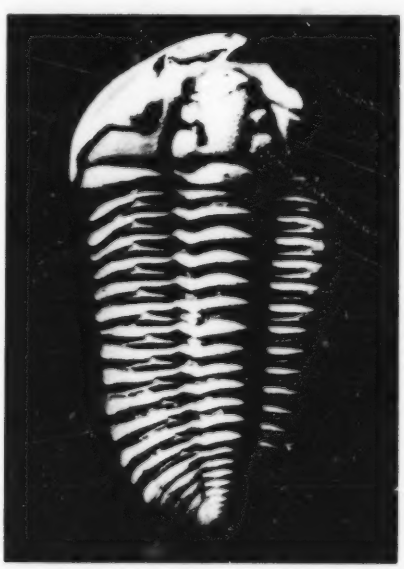
FORMATION DE NEUVILLE, MEMBRES DE SAINT-CASIMIR ET DE GRONDINES



A — Trilobites appartenant à l'espèce *Flexicalymene senaria* (Conrad). Localités: Giffard, Montmorency et Château-Richer.



B — Trilobite appartenant à l'espèce *Cryptolithus tessellatus* (Green). Rivière Montmorency, coupe au-dessus des chutes Montmorency. Photo A. Staüble, 1951.



C — Trilobite de l'espèce *Flexicalymene senaria* (Conrad). Carrière de Giffard. Photo F. Rasetti, 1945.

Groupe de Trenton
(PLANCHE 10)

FORMATION DE NEUVILLE, MEMBRE DE SAINT-CASIMIR

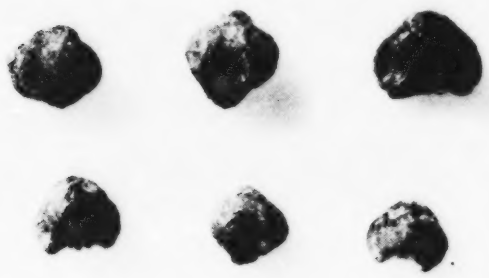
A — Gastéropode appartenant à l'espèce *Murchisonia (Hormotoma) trentonensis* Ulrich et Scofield. Coupe au-dessus des chutes, rivière Montmorency, Québec.

B — Céphalopode appartenant à l'espèce *Trocholites ammonius* Conrad. Coupe au-dessus des chutes Montmorency, rivière Montmorency.

C — Coelentéré appartenant à l'espèce *Conularia trentonensis* Hall. Coupe au-dessus des chutes Montmorency, rivière Montmorency, Québec.

Groupe de Trenton
(PLANCHE 11)

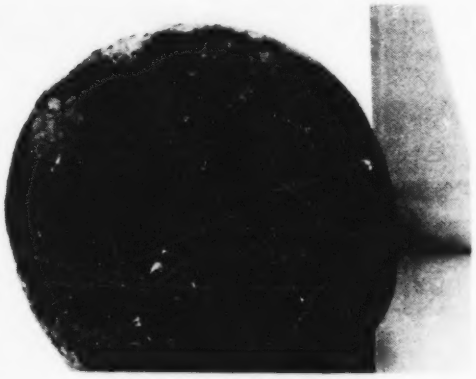
FORMATION DE NEUVILLE, MEMBRE DE SAINT-CASIMIR



A — Brachiopodes appartenant à l'espèce *Orthis tricenaria* (Conrad). Rivière Sainte-Anne, région de Grondines.

B — Brachiopodes de l'espèce *Parastrophina hemiplicata* Hall. Rivière La Chevrotière, région de Portneuf.

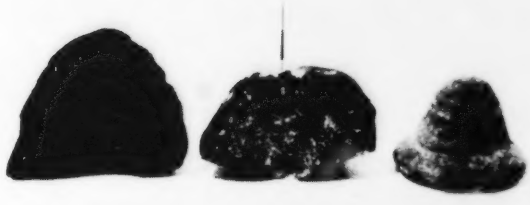
C — Brachiopodes linguloidés. Ancienne carrière Gauthier, Neuville.



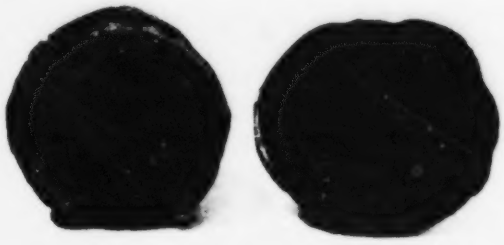
D — Éponge (Porifera) appartenant à l'espèce *Receptaculites occidentalis* Salter. Le spécimen représenté provient d'une coupe située le long de la route de Saint-Honoré, comté de Chicoutimi. Des spécimens semblables sont abondants à Pont-Rouge et ailleurs dans les Basses-Terres.

Groupe de Trenton
(PLANCHE 12)

FORMATION DE NEUVILLE, MEMBRE DE SAINT-CASIMIR

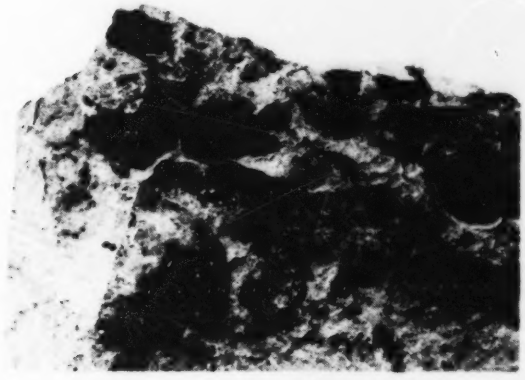


A — Bryozoaires de l'espèce *Prasopora orientalis* Ulrich. Coupes verticales: polie (à gauche) et non polie (au centre). Spécimens prélevés le long du fleuve Saint-Laurent, à Neuville.

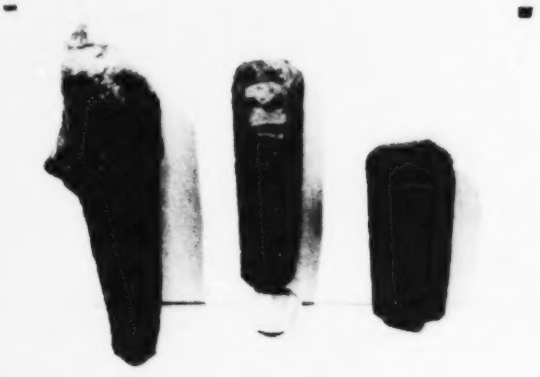


B — Bryozoaires de l'espèce *Prasopora orientalis* Ulrich. Coupes horizontales: non polie et polie.

FORMATION DE NEUVILLE, MEMBRE DE GRONDINES



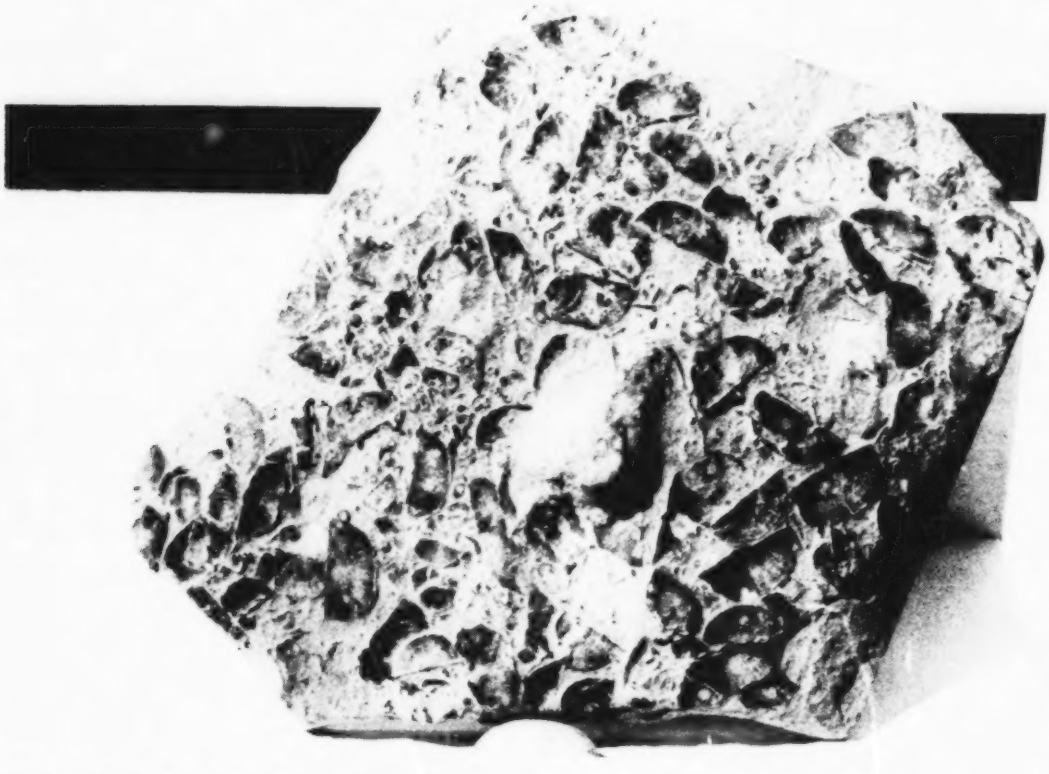
C — Brachiopodes appartenant au genre *Rafinesquina* sp. Rivage de Grondines.



D — Céphalopodes droits appartenant au genre *Michelinoceras* sp. Rivage de Grondines.

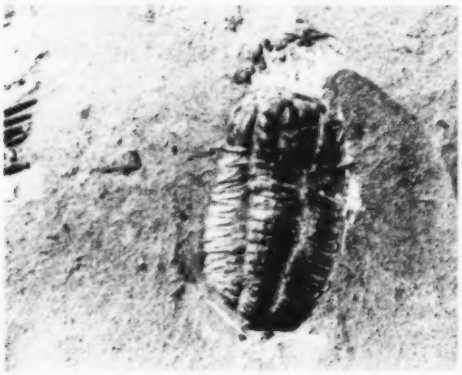
Groupe de Trenton
(PLANCHE 13)

FORMATION DE NEUVILLE, MEMBRE DE GRONDINES

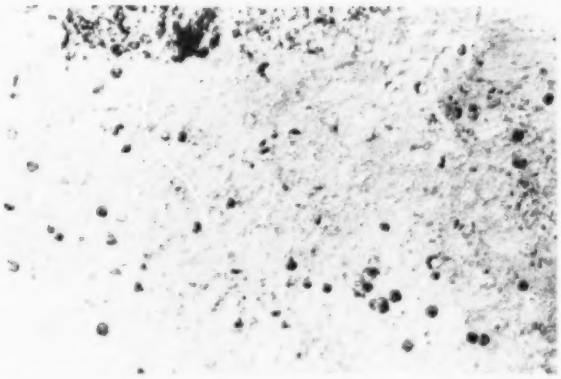


Brachiopodes appartenant à l'espèce *Sowerbyella sericea* Sowerby. Rivage de Grondines.

Shale d'Utica
(PLANCHE 14)

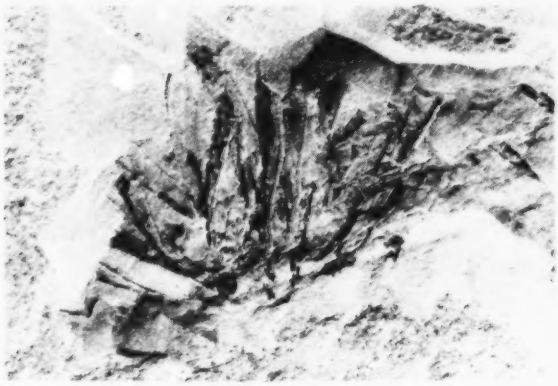


A — Trilobite de l'espèce *Triarthrus beckii* Green. Rivière Jacques-Cartier, Pont-Rouge.



B — Brachiopodes de l'espèce *Leptobolus insignis* Hall. Chute-aux-Galets (rivière Shipshaw), comté de Chicoutimi (hors-carte).

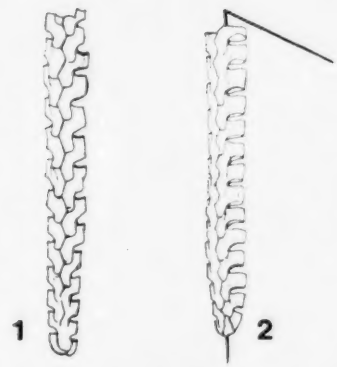
C — Graptolites appartenant à l'espèce *Dicranograptus nicholsoni* Hopkinson. Rivage de Neuville.



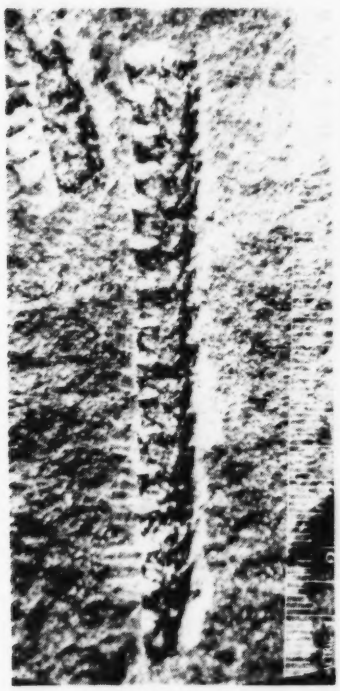
D — Cnidaria appartenant à l'espèce *Sphenothallus angustifolius* (Hall). Rivière Jacques-Cartier à Pont-Rouge.

Shale d'Utica
(PLANCHE 15)

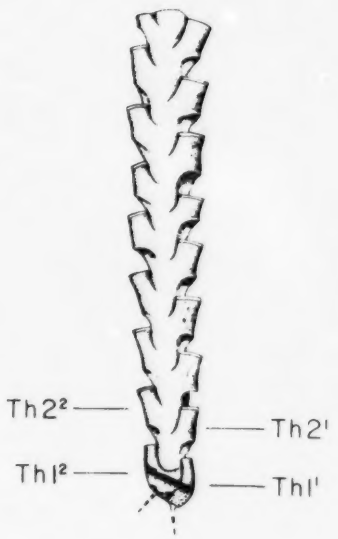
A — Graptolite appartenant à l'espèce *Climacograptus dorotheus* Riva. Utica supérieur à Sainte-Dorothée, près de Chomedey.



B — Graptolites de l'espèce *Pseudoclimacograptus clevensis* Skoglund. (1) Lorraine inférieur, forage Bald Montain. Saint-Roch n° 1, Saint-Roch-de-Richelieu. (2) Utica supérieur, Pointe-Bleue, lac Saint-Jean.



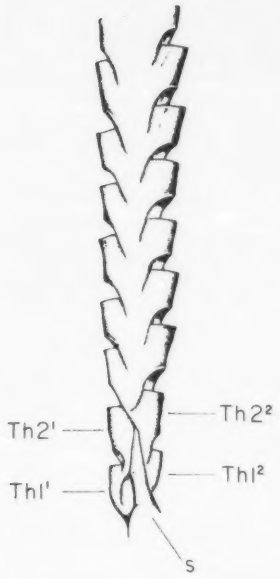
C — Graptolite *Uticagraptus pygmaeus* (Ruedemann). Utica supérieur, rivière Saint-Maurice à Trois-Rivières.



*D — Graptolite *Uticagraptus pygmaeus* (Ruedemann). Utica supérieur, rivière Saint-Maurice à Trois-Rivières.

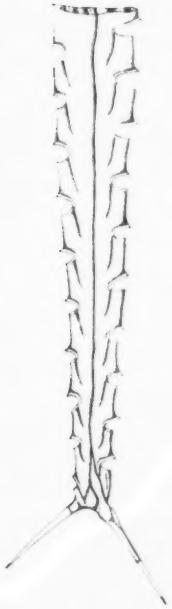
* Les fossiles des planches 15 et 16 sont une gracieuseté de John Riva de l'Université Laval.

Shale d'Utica
(PLANCHE 16)



A — Graptolite appartenant à l'espèce *Uticagraptus pygmaeus* (Ruedemann). Utica supérieur; forage Lozo et Joseph n° 2; Saint-Valentin, comté de Saint-Jean.

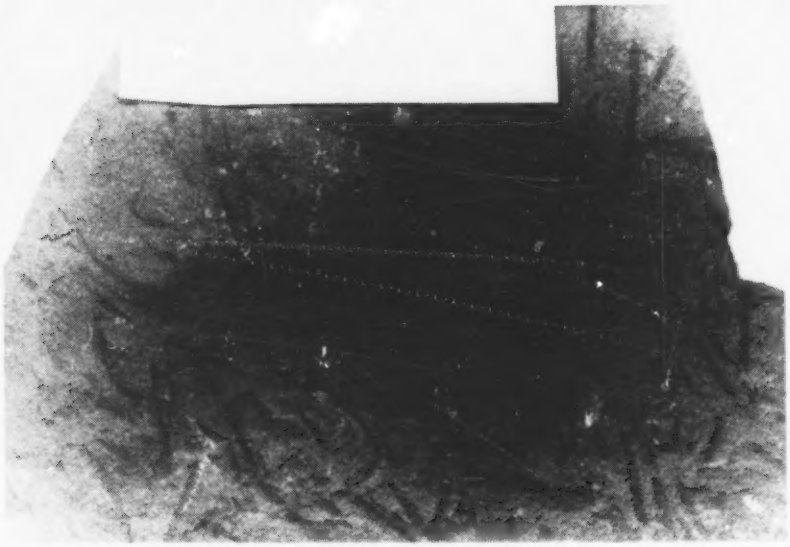
B — Graptolite *Amplexograptus praetypicalis* Riva. Utica supérieur; derrière le motel Légaré, à Neuville.



C — Graptolite *Climacograptus spiniferus* Ruedemann. Utica supérieur; escarpement derrière le motel Légaré, à Neuville.

D — Graptolite *Climacograptus spiniferus* Ruedemann. Utica inférieur; escarpement derrière le motel Légaré, à Neuville.

Shale d'Utica
(PLANCHE 17)

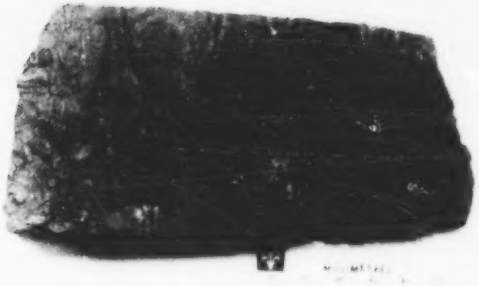


A — Graptolites appartenant à l'espèce *Orthograptus quadrimucronatus* (Hall). Plusieurs spécimens de la même espèce. Carrière Landreville à Boucherville.

B — Céphalopode appartenant à l'espèce *Geisonoceras tenuistriatum* (Hall). Carrière Landreville à Boucherville.

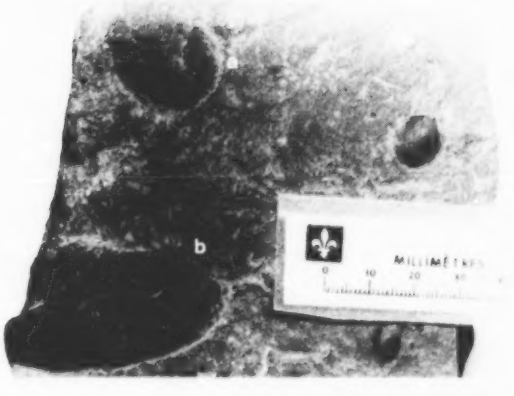
Groupe de Lorraine
(PLANCHE 18)

FORMATION DE NICOLET

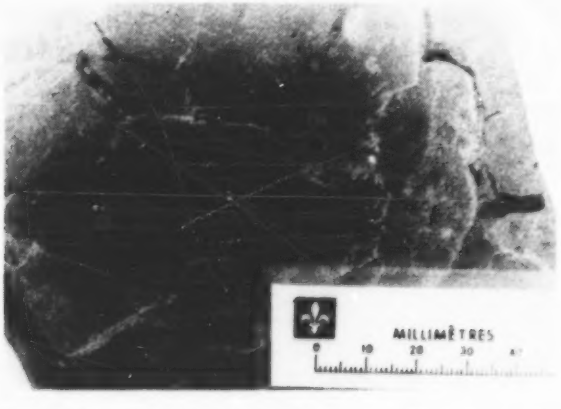


A — Tiges de crinoïdes. Carrière Carignan à Carignan.

B — Gastéropodes appartenant à l'espèce *Murchisonia (Hormotoma) beatrice* Foerste. Carrière Carignan à Carignan.



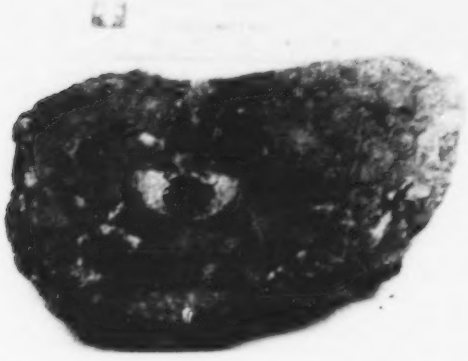
C — Pélécypodes appartenant aux espèces *Byssonychia radiata* (Hall) (a) et *Modiolopsis modiolare* (Conrad) (b); et brachiopode de l'espèce *Catazyga headi* (Billings) (c). Rive ouest de la rivière Richelieu, à Richelieu, en amont du pont de la voie ferrée.



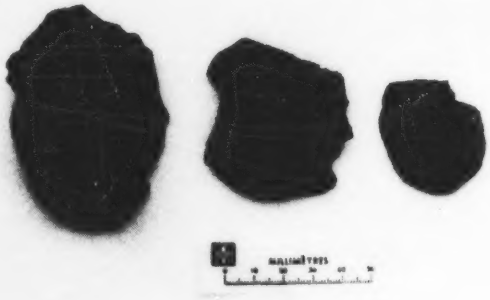
D — Pélécypode appartenant à l'espèce *Pholadomorpha chambliensis* Foerste. Rive est du Richelieu à Chambly.

Groupe de Lorraine
(PLANCHE 19)

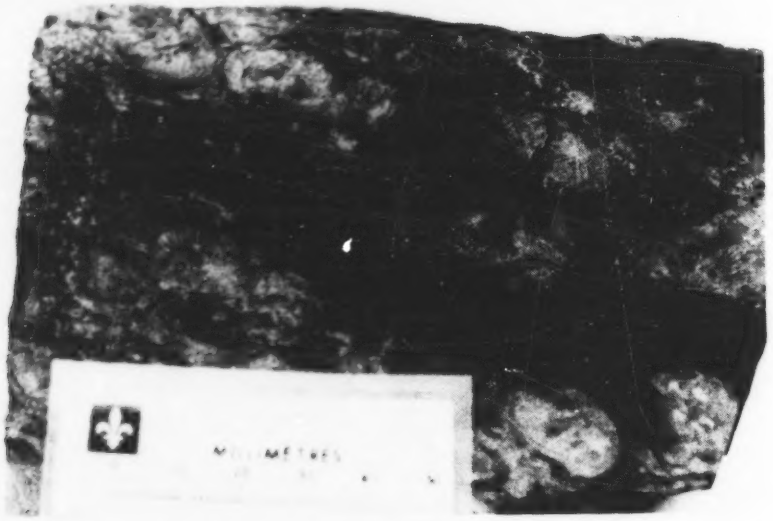
FORMATION DE PONTGRAVE



A — Brachiopodes appartenant à l'espèce *Sowerbyella sericea* (Sowerby). Rivière-des-Hurons, entre les hameaux Les Hurons et Rivière-des-Hurons, à environ 5 km de son embouchure au nord de Chambly.



B — Les pélécypodes *Pterinea demissa* Conrad (à gauche), *Byssonychia radiata* (Hall) (au centre) et le brachiopode *Rafinesquina alternata* (Emmons) (à droite). Même localité que figure A.



C — Brachiopodes appartenant à l'espèce *Paucicrura rogata* (Sardeson). Roche cornéenne, carrière Mont Bruno # 2 Dulude, Saint-Bruno-de-Montarville.

MAPS NOT

FILMED

CARTES

OMISES